

MUSEO DE HISTORIA
NATURAL DE VALPARAÍSO

ANALES



DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

ISSN 0716-0178

VALPARAÍSO . CHILE



Chile mejor

dibam DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS ARCHIVOS Y MUSEOS
EL PATRIMONIO DE CHILE



Subdirección Nacional de Museos

ISSN 0716-0178/An.Mus.Hist.Nat.Valpso. Vol.30 2017/Valparaíso/CHILE



ANALES

DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

ISSN 0716-0178

VALPARAÍSO . CHILE



Chile mejor

dibam | DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS ARCHIVOS Y MUSEOS
EL PATRIMONIO DE CHILE



Subdirección Nacional de Museos

ISSN 0716-0178/An.Mus.Hist.Nat.Valpso. Vol.30 2017/Valparaíso/CHILE



Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, ISSN 0716- 0178 (versión impresa). fundada en el año 1968, es una publicación anual publicada por el Museo de Historia Natural de Valparaíso y la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos destinada a difundir y aportar al nuevo conocimiento a través de la publicación de trabajos originales e inéditos referidos a temas relacionados con el área de las ciencias naturales, arqueológicas y antropológicas principalmente de la Región de Valparaíso y la Zona Central de Chile, dirigidos a especialistas y a público en general.

La revista publica artículos científicos originales; artículos de revisión; notas breves; reseñas históricas; revisiones de metodología; recensiones bibliográficas y artículos de opinión, acogiéndose a las normas definidas por el Comité editorial disponibles en cada ejemplar.

Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso se encuentra en el Directorio de LAYINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el caribe, España y Portugal). Pascal, Periódica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) y Zoological Record.

Consultas, suscripción y canje a:
Vivian Cordero Peñafiel - Bibliotecóloga
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Contacto: biblioteca.mhnv@museosdibam.cl

Lugar de edición
Edición 500 ejemplares
Museo de Historia Natural de Valparaíso
Condell 1546, casilla 3208, correo 3. Valparaíso, Chile.

INDICE

N°30 **2017**

PRÓLOGO
Loredana Rosso Elorriaga........ 5

ANÁLISIS MORFOGEOMÉTRICO EXPLORATORIO PARA EL ESTUDIO DE LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA CRANEOFACIAL EN UNA MUESTRA DE QUILLAGUA, NORTE GRANDE DE CHILE (1.000-1.400 d.C.)
Valeria Mena Arias........ 6

DIETA PREHISPÁNICA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE CENTRAL: EVIDENCIA DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO DE COLÁGENO ÓSEO HUMANO DE LAS COLECCIONES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO
Jaime Swift, Juanita Oyanedel Pérez & Lilian López Labbé........ 22

HÁBITAT DEL GONFOTERIO (GOMPHOTHERIIDAE) DE CASABLANCA (33ºS; REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE)
Erwin González-Guarda, Alia Petermann-Pichincura, Viviana Watkins Pastor & Omar Recabarren Jara........ 39

CONTACTO POLINESIA-MAPUCHE: UN ACERCAMIENTO A LA HISTORIA DE LA INVESTIGACIÓN Y NUEVAS EVIDENCIAS BIO-ANTROPOLÓGICAS
José Miguel Ramírez Aliaga........ 46

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL UTILIZANDO EL MODELO DPSIR EN ZONAS COSTERAS MARINAS DE MÚLTIPLES USOS: EL CASO DE BAHÍA QUINTERO.
Fernanda Alfonso Aburto & Luis Figueroa-Fábrega......... 55

EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y ESTADO POBLACIONAL DE LAS ALGAS PARDAS DEL GÉNERO LESSONIA (LAMINARIALES, PHAEOPHYCEAE) EN ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DEL NORTE DE CHILE.
Luis Figueroa-Fábrega, Tiare Padilla, María José Herrera, Luis Ariz & Rodrigo Silva Haun........ 61

LA ANTÁRTIDA AMERICANA DE LUIS RISO PATRÓN A COMIENZOS DEL SIGLO XX
Mauricio Jara Fernández........ 71

LA FORMACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA CONCIENCIA TERRITORIAL ANTÁRTICA EUROPEA Y CHILENA A TRAVÉS DE LA DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, 1895-1916
Mg. Pablo Mancilla González......... 75

INDICE

N°30 **2017**

RESTOS FÓSILES DE HOJAS EN VALPARAÍSO
Diego Campos Olivares........ 83

UNA MIRADA BAJO LA SUPERFICIE DE LA PLAZA O'HIGGINS, CIUDAD DE VALPARAÍSO
Charles Garceau Saavedra........ 86

CONOCIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE PECES DULCEACUÍCOLAS, PRODUCTO DE LAS MODIFICACIONES HÍDRICAS EN RÍOS Y ESTEROS GENERADAS POR EL FENÓMENO DE SEQUIA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO
Sergio Quiroz Jara , Juan Carlos Orellana Yevenes & Juan Fernandez Méndez........ 100

LA COBERTURA VEGETAL COMO EVALUADOR DEL ÉXITO DE UN PROCESO DE RESTAURACIÓN RIBEREÑA A TRAVÉS DE BIORROLLOS VEGETADOS.
Sergio Quiroz, Diego Antón, Victor Muñoz, Daniel Gutiérrez, Maximiliano Tortello, Josefa Concha, Ella Farías, Juan Fernández, Juan Carlos Orellana, Francisco Yevenes, Katherine Peña. & Romina Gonzalez........ 108

NORMAS PARA AUTORES........ 113

PRÓLOGO

Me alegra presentar el Volumen número 30 de nuestra publicación científica, ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO, que en su primera edición de 1968 indica en su prefacio "unir la ciencia con la exhibición", en la tarea de hacer de los museos un centro vivo de investigación y de exhibición", con estas frases que relata el Sr. Roque Esteban Scarpa, Director General de Bibliotecas, Archivos y Museos de la época, en que ya se hablaba de que ambos conceptos de ciencia y exhibición tenían que estar alineados.

El mismo Sr. Scarpa dice "Estos Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso inician una nueva era, que esta Dirección se compromete, solemnemente, a mantener con todas sus fuerzas y su entusiasmo", esto nos da cuenta como la Dibam (Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos) ya comenzaba a tener la visión del camino que debían seguir los museos de Chile, ya que en la época se referían al "pequeño museo moderno, didáctico y hermoso, como es el de Concepción", referente de la época.

Hoy vemos como no solo investigadores de gran trayectoria publican con nosotros sino también los investigadores emergentes de la región, los cuales ven la revista como una plataforma para mostrar su trabajo a la comunidad, dando un espacio importante a las nuevas generaciones.

En este volumen n°30 es atingente agradecer a las personas que hicieron posible cuarenta y nueve años de publicación, a los comités editoriales, investigadores, direcciones de la Dibam y del mismo Museo de Historia Natural de Valparaíso que con su colaboración y motivación siguen manteniendo intacto este patrimonio de Valparaíso.

El Museo cumplirá 140 años de vida, con un promedio de 200.000 personas al año, que han visto en el tiempo la adaptación de la exhibición a los nuevos tiempo y desafíos educacionales, tal cual como lo hacían hace años atrás, perdurando la ciencia en los contenidos que vemos.

Loredana Rosso Elorriaga
Directora
Museo de Historia Natural de Valparaíso.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 6-21
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

ANÁLISIS MORFOGEOMÉTRICO EXPLORATORIO PARA EL ESTUDIO DE LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA CRANEOFACIAL EN UNA MUESTRA DE QUILLAGUA, NORTE GRANDE DE CHILE (1.000-1.400 d.C.)

Valeria Mena Arias[1]

Resumen: El presente trabajo pretende ser un aporte al conocimiento bioantropológico de la muestra de Quillagua, resguardada en el Museo de Historia Natural de Valparaíso, adscrita al período Intermedio Tardío del Norte Grande de Chile (1.000-1.400 d.C.); mediante el análisis de la morfología craneofacial a partir de técnicas morfogeométricas. El objetivo es conocer los cambios morfológicos de las estructuras craneofaciales a partir de la expresión del dimorfismo sexual a lo largo de la ontogenia y la incidencia de la deformación craneana, así como la edad. La muestra está compuesta por 101 individuos, de los cuales 55 son femeninos y 46 son masculinos. Se emplearon imágenes en 2D en norma frontal, sobre las cuales se registraron 18 *landmarks* y 4 *semilandmarks*. Para el análisis estadístico se utilizaron métodos de superposición como deformación. Los resultados revelaron a) diferencias morfológicas significativas entre ambos sexos, b) mayor variabilidad morfológica en la muestra femenina producto de la presencia o no de deformación craneana y c) mayor variabilidad morfológica en la muestra masculina producto de la edad.

Palabras clave: Forma craneofacial, dimorfismo sexual, deformación craneana, ontogenia.

Abstract: This work aims to be a contribution to the bioanthropological knowledge of the sample of Quillagua, sheltered in the Museum of Natural History of Valparaíso, attached to the late Intermediate period of the Norte Grande of Chile (1,000-1,400 A.D.); based on geometric morphometric analysis. The objective is to know the morphological changes of craniofacial structures from the expression of sexual dimorphism along the ontogeny and the incidence of cranial deformation. The sample is composed of 101 individuals, of whom 55 are female and 46 are masculine. Two.dimensional images were used in frontal rule, in which 18 *landmarks* and 4 *semilandmarks* were recorded. For the statistical analysis, methods of overlap were used as a deformation. The results revealed a) a significant morphological differences between both sexes, B) greater morphological variability in the female sample product of the presence or non-deformation cranial and c) greater morphological variability in the male sample product of age.

Keywords: Craniofacial form, sexual dimorphism, deformation cranial, ontogeny.

INTRODUCCIÓN

Ya que nos hallamos ante una creciente implementación de nuevas tecnologías y técnicas de análisis para encontrar cada vez más respuestas sobre las poblaciones de interés, que no se ven a simple vista, y que por ende necesitan de un análisis estadístico más específico para contrarrestar en lo posible los márgenes de error propios de la naturaleza humana, es que este trabajo se adentra a lo que nos puede brindar la morfometría geométrica, herramienta de análisis que por medio de diversos registros de las muestras como fotografías 2D, rayos-x, 3D *Laser scanning*, fotografías 3D, brazo digitalizador, tomografía computarizada, resonancia magnética, entre otros recursos, y programas computacionales puede llegar a un análisis específico de las formas del material de estudio (Charlin y Hernández, 2016). En el presente trabajo se realizó un análisis craneofacial, mediante registro fotográfico 2D de cráneo humanos en norma frontal, de una muestra perteneciente al sitio de Quillagua, adscrita al Período Intermedio Tardío del Norte Grande de Chile (Strange, 1995). Aquí se pretende evaluar el comportamiento bioantropológico de la muestra, profundizando en las variables de edad, sexo y deformación craneana; analizar cómo estas influyen en la morfología final de la estructura craneofacial, y aportar más datos que caractericen a la colección Vergara, ya no sólo con estudios lineales (Vergara 1901, 1905), sino con nuevas técnicas como la morfometría geométrica, llevado al estudio de los rasgos craneofaciales (Fabra y Demarchi, 2009; Cobos, et al. 2012) y enriquecer así la caracterización de la presente muestra.

1 Antropóloga Física, Antropóloga con mención en antropología física, Universidad de Concepción. E-mail: vale.mena.arias@gmail.com

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra pertenece al oasis de Quillagua, ubicado en el curso inferior del rio Loa (Fig.1), consta de una terraza inferior con vegas drenadas, y una superior con bosques de algarrobo y chañar, con presencia de fauna menor para la caza y recolección, así como una agricultura regular (López, 1979). Posee asentamientos dispersos, con gran diversidad ecológica y alta movilidad a través del tráfico caravanero. En este sector convergen la arqueología proveniente de regiones vecinas, como Perú, Bolivia, y Argentina (Strange, 1995).



Figura 1. Área Centro Sur Andina, en rojo: los Valles Occidentales, Azul: zona circumpuneña. Marcado en punto rojo (sector donde se extrajo la muestra de estudio, Sitio Quillagua). (Extraído y modificado de Núñez, 1984ª en Falabella et al. 2016).

Se trabajó con un total de 101 fotografías 2D en norma frontal de los cráneos de la colección Vergara, procedentes del Museo de Historia Natural de Valparaíso. Estas muestras fueron facilitadas por la encargada del área de depósito arqueológico del Museo de Valparaíso, Sra. Lilian López.

Los criterios de inclusión corresponden a muestras en buen estado de conservación, es decir, cráneos completos y articulados en su componente facial y craneal, capaces de constatar la forma completa del cráneo. También aquellas con una edad biológica adulta especificadas por suturas, erupción dentaria y desgaste. En cuanto a las fotografías de cráneos en norma frontal, se utilizaron aquellas en donde se visualice en plenitud todas las estructuras faciales del lado derecho.

Los criterios de exclusión corresponden a todas aquellas muestras que contradigan los criterios de inclusión, respectivamente; mientras que los criterios de eliminación se determinaron por aquellos sujetos con sexo indeterminado, fotografías difusas, con luminosidad que afecta la visualización correcta de los hitos anatómicos a utilizar.

Para estimar el sexo los parámetros utilizados fueron el desarrollo de la región margen supraorbital, cresta nucal y proceso mastoideo (Buikstra y Ubelaker, 1994; Krogman e Iscan, 1986). Según estas consideraciones, el sexo del individuo fue registrado como masculino (M), femenino (F).

En cuanto a la edad biológica de los individuos, debían ser todos adultos, subdividiendo en adulto joven (AJ) entre 20 y 35 años, adulto medio (AM) entre 36 y 50 años y adulto maduro (A) entre 51 y más años. Lo anterior se estimó con el grado de sincondrósis esfeno occipital, erupción del tercer molar, para estimar un mínimo de edad (Buikstra y Ubelaker, 1994) y requerimiento utilizado en el criterio de inclusión, así como el nivel de pérdidas dentarias *antemortem* y reabsorción alveolar para los individuos seniles como criterio de exclusión respectivamente, ya que esto modifica las estructuras faciales en donde se encuentran los hitos anatómicos. Otro método que corroboró los distintos estadios, principalmente para diferenciar adultos medio de adultos maduros, fue el cierre de suturas craneales (Meindl y Lovejoy, 1985).

Para la clasificación de la deformación cefálica intencional se ordenaron según deformados (D), o sin deformar (SD). Esta deformación fue registrada según la terminología propuesta por Munizaga (1987). Aunque había distintos tipos de deformación craneana artificial, no se catalogó de acuerdo con el tipo de deformación, ya que no es nuestro objetivo de estudio.

Al seleccionar las fotografías concordantes con los criterios de inclusión, exclusión y eliminación, de un total de 146 fotografías incluidas y 45 eliminadas, se trabajó con una muestra de 101 individuos, donde 55 son femeninos y 46 masculinos. Así mismo 12 son Adultos jóvenes, 62 adultos medios y 27 adultos maduros (Tab.1).

Tabla 1. Desglose de muestra

	Edad			Def. Craneana		
Sexo	Adulto Joven (AJ)	Adulto Medio (AM)	Adulto Maduro (A)	Deformado (D)	No deformado (ND)	Total
Femenino (F)	7	38	10	20	35	**55**
Masculino (M)	5	24	17	13	33	**46**
Total	**12**	**62**	**27**	**33**	**68**	**101**

Tabla 1. Muestra total subdividida en edad con Adulto joven (AJ); Adulto medio (AM) y adulto Maduro (A); también muestra la subdivisión en sexo femenino (F) y masculino (M), así como la deformación craneana Deformado (D) y No deformado (ND).

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA FOTOGRÁFICA

Primero que todo hay que mencionar cuáles fueron las herramientas utilizadas para la toma fotográfica, en este caso se utilizó una cámara canon modelo canon EOS REBEL T3i, un trípode VIVITAR 980, huincha métrica, un nivel para asegurarnos de que la medida desde los puntos orbitale y porion derechos, estuvieran a la misma altura. Se necesitó de un soporte donde ubicar los cráneos, que estaba adaptado para subir o bajar el tercio posterior de la superficie y poder regular de manera práctica el plano de Frankfurt en las muestras.

Por otro lado, aspectos técnicos necesarios para la buena toma de imágenes, se necesitó un fondo negro para el buen contraste con las muestras a la hora de tomar las fotografías y un testigo métrico correspondiente para cada fotografía.

En general se siguió lo sugerido por Fabra y Demarchi (2013), en donde se ve primero la orientación de cada cráneo siguiendo el plano de Frankfurt; para ello se consideró la línea horizontal imaginaria que cruza el límite inferior del margen orbital derecho *(orbitale)* y el límite superior del proceso auditivo *(porion)*, donde ambos puntos se deberán ubicar a la misma altura evitando así la rotación anteroposterior del cráneo, esto con la ayuda de un nivel perpendicular, como mencionamos anteriormente.

Luego se ubica la cámara en un trípode a una distancia de 25 centímetros de *prostion*, calculado con la huincha métrica, así como nivelación de la cámara para evitar rotación anteroposterior o lateral, regulado con el trípode y el nivel.

Para imágenes en norma frontal se observó la gabela en el punto de unión de las líneas vertical y horizontal del visor de la cámara, y a la línea horizontal debe pasar por el límite superior de ambas órbitas.

PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS PRELIMINAR

Para poder explicar los cambios morfológicos de las estructuras anatómicas faciales de la muestra, se construye como mencionamos anteriormente el hito de mapas homólogos, con el cual se pretende capturar la forma facial de las muestras y ver como se entrelaza la variabilidad a lo largo de la muestra (Zelditch, et al. 2004), respetando la homología de los hitos, por lo que se trabajó en este estudio con hitos de tipo 1, tipo 2, tipo 3 y pseudohitos (Toro, et.al. 2010).

Ya localizados los puntos se puede estudiar la forma, teniendo claro que lo que analizamos es las coordenadas de los *landmarks* en su conjunto, no como medidas independientes; por esto la información de la forma se condensa y se observa posteriormente con el análisis de componentes principales o análisis de *relativewarps* (RW) en sus ejes, a partir de los programas tpsUtility versión 1.44, que es para crear el archivo TPS, en este caso a partir del total de las fotografías de la muestra. Posteriormente para digitalizar los puntos o *landmarks* se utiliza el programa tpsDig2 versión2.14 (Rohlf, 1993). En la Figura 2 se muestra la configuración de los *landmarks* vistos en norma frontal.



Figura 2. Mapa de hitos homólogos 1(g), 2(n), 3(rhi), 4(al), 5(ns), 6(pr), 7(ekm), 8(psh1), 9(zm), 10(zy), 11(ju), 12(fmt), 13(ft), 14(fmo), 15(ec), 16(psh2), 17(or), 18(zyo), 19(psh3), 20(d), 21(so), 22(psh4) (TpsDig2).

PROCEDIMIENTO DEL MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo, para poder analizar la forma "pura" o shape, es decir, toda esa información geométrica que permanece una vez eliminados del objeto los efectos de traslación, rotación y escala (Bookstein, 1991); hay que calcular primero que todo el *centroidsize*, y así abstraer la forma consenso, la cual es el promedio de todas las configuraciones de *landmarks* de los individuos utilizados (Oxnard y O'Higgins, 2009).

La técnica de superposición implica tres pasos, primero fijar una de las formas en una orientación dada, denominada forma de referencia, posteriormente se realiza lo mismo con las figuras siguientes, trasladándolas y rotándolas a la forma objetivo de manera que coincidan y por último se estudia la magnitud y dirección de la diferencia entre las formas con relación a los hitos (Vega, 2014). Esa forma que se abstrae desde la forma consenso y las de la totalidad de la muestra es la forma *tarjet*, y estos cambios entre ambas corresponden al desplazamiento de los hitos de la forma objetivo a los hitos de las demás formas de la muestra.

El criterio para minimizar la distancia entre la configuración consenso y la configuración target es el del Análisis Generalizado de Procrustes (GPA, de la sigla en inglés de *Generalized Procrustes Analysis*; Goodall, 1991). Así se minimiza la suma de las distancias cuadradas entre los hitos de las dos formas (consenso y target), para que sean superpuestas. El procedimiento anterior se realiza automáticamente con el programa *MorphoJ* versión 1.06b. (Richtsmeier, et al. 2002).

PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EXPLORATORIO.

Para poder realizar el PCA de los datos morfogeométricos, se debe generar una matriz de covarianza, la cual se obtiene del conjunto de datos crudos de la información de forma tras el ajuste de Procrustes. Este análisis se basa en la descomposición espectral de la matriz de covarianza, de donde se obtiene una cantidad de Componentes Principales (PC: *Principal Components*), los cuales corresponden al total de dimensiones tras el Ajuste de Procrustes, ordenando los PC en forma decreciente respecto a la variación que explica, siendo el PC1 que explica el mayor porcentaje de cambios en la forma (Bookstein, 1991).

Por lo tanto, para explorar los cambios morfológicos en las estructuras faciales de la muestra, se realizó el algoritmo en el programa *MorphoJ* versión 1.06b para la configuración total con la muestra completa y para cada conjunto de hitos que representa cada estructura estudiada.

PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO CONFIRMATORIO

Para ver las diferencias morfológicas de la muestra respecto a las variables, edad, sexo y deformación craneana es que se realiza un Análisis de Variables Canónicas (CVA: *Canónical Variate Analysis*), como análisis confirmatorio para ver si dicha separación de los subgrupos es correcta y si efectivamente muestra y discrimina de acuerdo con la forma (Richtsmeier, et al. 2002). Aquí el análisis de variables canónicas actúa igual que el análisis de componentes principales, construyendo un nuevo sistema de coordenadas y determina los puntajes a esos ejes (CV1 y CV2), para todos los individuos (Fig. 3); pero la diferencia principal con el análisis de PCA, es que describe las diferencias entre grupos, usando los patrones de variación dentro de los grupos para escalar los ejes del nuevo sistema de coordenadas, ahora no es una simple rotación, hay una distancia del espacio (VC: variable canónica), no siendo iguales a los originales, como en los PCA (Zelditch, et al., 2004).

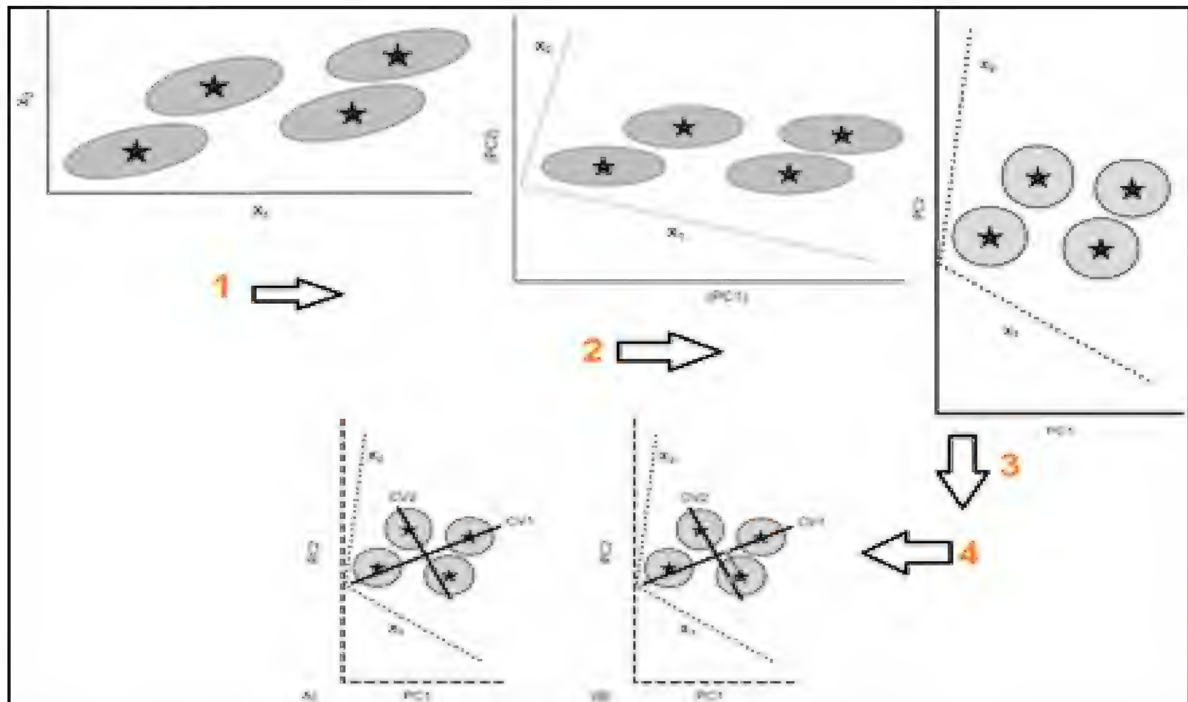


Figura 3. Procedimiento donde se agrupan los datos primarios (1), se realiza una PCA dentro del grupo, generando nuevas coordenadas (2), solapamiento de elipsis (3), distorsión del espacio y redirección de círculos (4) (MorphoJ 1.06b).

Para poder realizar este análisis hay que obtener los datos primarios, luego cada individuo del conjunto de datos debe estar agrupado a priori. Comienza con una PCA de las varianzas combinadas dentro del grupo, entregando nuevas coordenadas que describen la posición de cada grupo, posteriormente las elipses se solapan más en la dirección del eje largo, cambiando la escala de ese eje proporcionalmente al alargamiento de la elipse, distorsionando el espacio, hasta que la elipse es circular y finalmente se soluciona en qué dirección los círculos tienden a apartarse en el espacio escalado. Los ejes producidos por esto son los valores CVs, que son las proyecciones de los individuos dentro de los nuevos ejes (Fig. 3) (Zelditch, et al. 2004).

La problemática de este análisis es que las distancias de Mahalanobis para todos los pares se calculan utilizando la matriz de covarianza agrupada dentro del grupo, para todos los grupos conjuntamente, lo que refleja la suposición de CVA de que las matrices de covarianza dentro del grupo son idénticas. Motivo por el cual se hace un posterior análisis entre las parejas de grupos particulares con el análisis de función discriminante (DFA) (Klingenberg y Monteiro, 2005).

El análisis discriminante (DFA), más útil a la hora de comparar grupos específicos, en este caso el sexo en los subgrupos de la muestra (Zelditch, et al. 2004), por ejemplo, para ver la incidencia de la deformación craneana en el dimorfismo sexual o si las cronologías respectivas tienen incidencia en esta variable biológica. En cambio, la CVA como vimos anteriormente, es más útil a la hora de analizar generalmente la estructura de grupos en el conjunto de datos y ver qué datos se presentan más cercanos que otros y así saber qué subgrupo específico se va a analizar. Por lo tanto, permite conocer el valor discriminante de las variables de forma para clasificarlos de acuerdo con las variables que interesen.

Para evaluar la fiabilidad del DFA se utiliza la validación cruzada y se incluye el test de permutaciones (1000 rondas), que usa la distancia Procrustes, así como la estadística T-cuadrado. para la hipótesis nula de igualdad entre las medias de los grupos (Rohlf, 1993).

Así se obtiene el gráfico que detalla las diferencias de formas entre sexo para cada grupo con deformación craneana, y edad, pudiendo observar cuales son los hitos con mayor valor discriminante y la validación cruzada. Este análisis se realizó con el programa *MophoJ* 1.06b, en la configuración craneofacial de la muestra total y por los subgrupos mencionados.

Todos los análisis estadísticos utilizaron un intervalo de confianza de 95% ($p<0,05$).

RESULTADOS

1.- Análisis exploratorio a partir de RW o PCA.

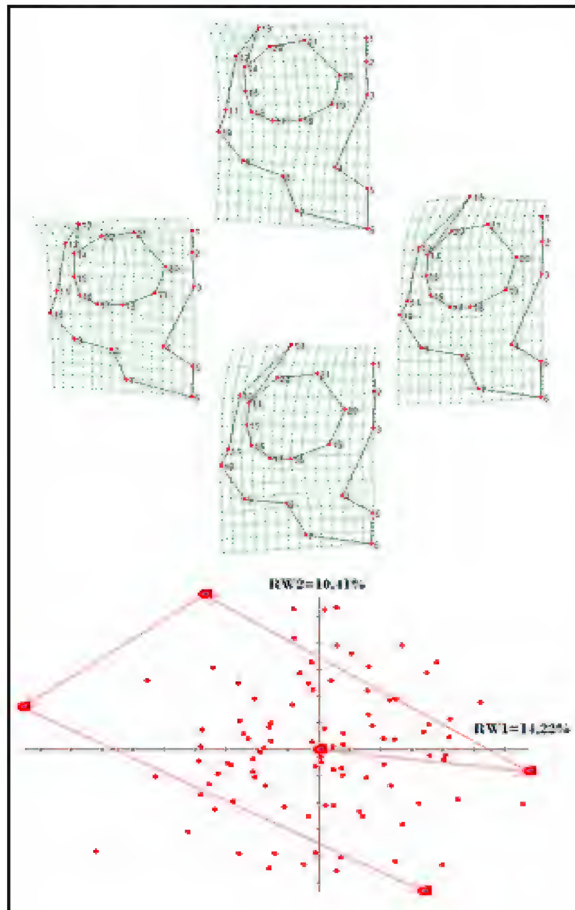


Figura 4. Gráfico de variación cráneofacial en el análisis de Relative Warps (RW1 y RW2), presentando la deformación en la placa delgada para los valores positivos y negativos. (TpsRelw 1.46)

Posterior al cálculo de la figura consenso de los 101 individuos, se llevó adelante el análisis de *relative warps* (RW). En la figura 4 se puede observar que las muestras representativas para la variación de RW1, para sus valores positivos se caracterizan por una deformación de la grilla hacia medial craneal, presentando un cambio principalmente en la zona frontal, estrechando el cráneo a nivel orbital, frontal y área zigomática malar, también se observa un alargamiento del área nasal debido al movimiento hacia craneal de los hitos 3 y 1, provocando un estrechamiento en la zona glabelar en sentido caudal-cefálico. Por otro lado, los valores negativos del RW1 presentan un ensanchamiento del cráneo a nivel orbital en hitos laterales, mientras que en la zona frontal hay un acortamiento a nivel de hito frontotemporal y *frontomalare orbitale*, por otro lado, el sector nasal se ensancha específicamente por el movimiento del hito *Alare* hacia lateral. Para el RW2, nos encontramos con unos valores positivos que modifican al cráneo a nivel de frontal acortando la línea temporal en sentido cráneo-caudal en el hito 13, mientras que el hito 12 toma un sentido caudal-cefálico, arrastrando también a *jugale* hacia superior (hito 11). Otro rasgo importante es que los hitos 10, 11 y 12 tienden a alinearse en una línea recta, esto hace referencia a individuos con arcos zigomáticos poco demarcados. Para finalizar se observa en los valores negativos de RW2 que la zona frontal se alarga hacia craneal con el hito 13, mientras que el hito 12 se mueve en sentido contrario hacia caudal, por otro lado, en la zona orbitaria los *landmarks* laterales (14,15 y 16), migran hacia caudal, causando que la órbita adquiera una forma más oval hacia lateral. Por otro lado, los *landmarks* (4,5,6,7,8) tiende a ir hacia craneal, estrechando más el cráneo.

Cuando se agrupan los datos por sexo (Fig. 5), se percibe una ligera agrupación entre ambos grupos; en cambio en edad (Fig. 6) y deformación craneana (Fig. 7), no se observa una clara diferenciación entre los grupos en la matriz de covarianza, respecto a los PC1 v/s PC2. Por lo tanto, analizaremos el efecto de estas tres variables en la forma craneofacial a partir de CVA, para ver mejor las diferencias entre grupos y luego por DFA, para analizar de manera individual que formas son las que realmente varían y cuáles no.

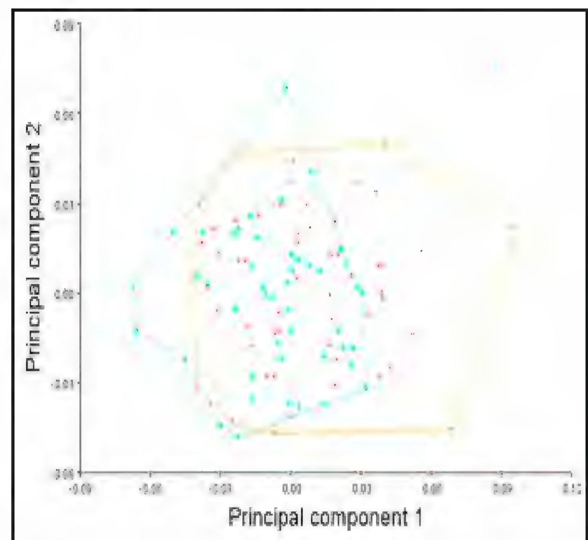


Figura 5. Gráfico de PCA agrupados por sexo, femenino amarillo, masculino celeste. (MorphoJ 1.06b)

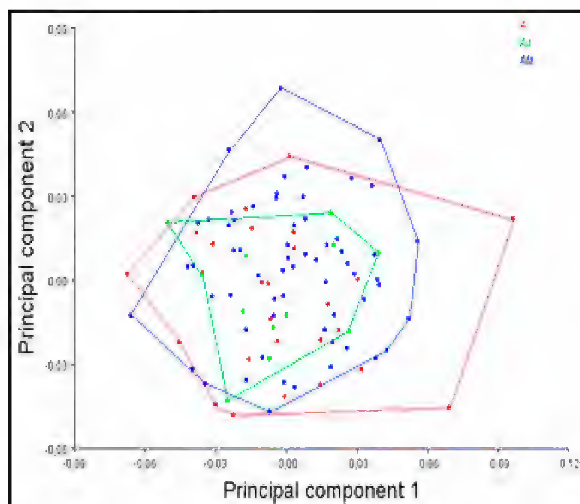


Figura 6. Gráfico de PCA agrupados por edad, rojo (adultos maduros), verde (adulto joven), azul (adulto medio). (MorphoJ 1.06b).

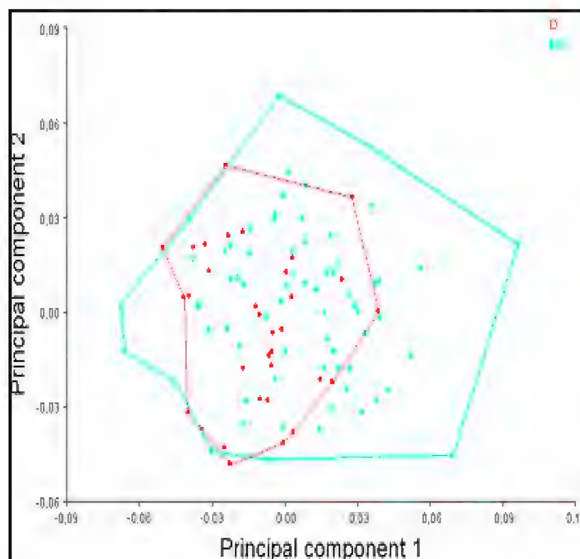


Figura 7. Gráfico de PCA agrupado por deformación craneana, rojo (deformado), celeste (no deformado). (MorphoJ 1.06b).

2.- Análisis confirmatorio a partir de CVA.

<u>Análisis grupal a partir de CVA, para agrupación de variables sexo y deformación craneana.</u>

En la tabla 2 se puede ver que todos los p-value son altamente significativos $p<0,05$, evidenciando la diferencia entre las formas para todos estos subgrupos, graficados en figura 8, en donde también se observa la separación de individuos femeninos y masculino evidenciándose más disparidad entre individuos femeninos deformados y no deformados, que entre los individuos masculinos tienden a agruparse.

Tabla 2. Distancia de Mahalanobis, CVA para def. craneana y sexo.

	p- Values de test de permutaciones (10000 rondas) para distancia Mahalanobis:		
	F, D	F, ND	M, D
F, ND	<0,0001		
M, D	<0,0001	<0,0001	
M, ND	<0,0001	<0,0001	0,0320

Tabla 2. Tabla de CVA para deformación craneana y sexo. F(femenino), M (masculino), D(deformado), ND (no deformado). (MorphoJ 1.06b)

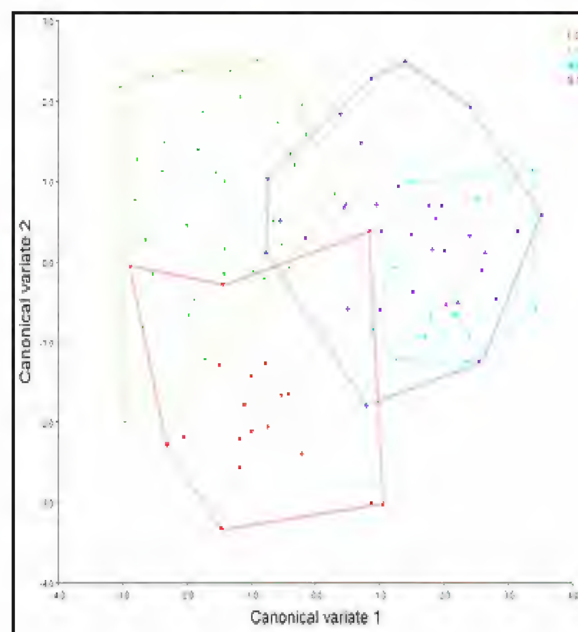


Figura 8. Gráfico de CVA entre sexo y deformación craneana, rojo (femenino deformado), verde (femenino no deformado), celeste (masculino deformado) y morado (masculino no deformado) (MorphoJ 1.06b).

<u>Análisis grupal a partir de CVA, para agrupación de variables sexo y edad.</u>

Al igual que en el caso anterior, también se presentan valores altamente significativos $p<0,05$, menos para el grupo adulto joven de masculinos y femeninos (tabla 3). Mientras que en la figura 9 se aprecia separación entre los individuos femeninos y masculinos, evidenciándose una tendencia a la agrupación de individuos femeninos a lo largo de su ontogenia, mientras que individuos masculinos se agrupan en dos subgrupos: AM y A con AJ, mostrando entonces una cercanía entre las formas craneofaciales de adultos jóvenes y adultos maduros, no así los adultos medios.

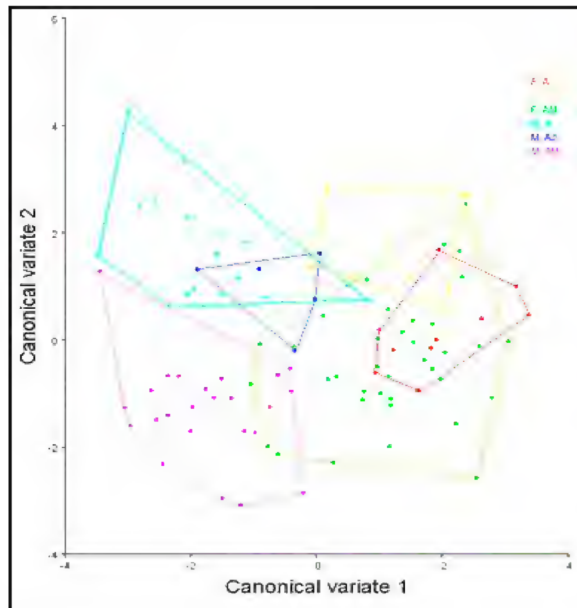


Figura 9. Gráfico de CVA entre sexo y edad, rojo (femenino adulto maduro), amarillo (femenino adulto joven), verde (femenino adulto medio), celeste (masculino adulto maduro), azul (masculino adulto joven) y rosado (masculino adulto medio). (MorphoJ 1.06b)

Tabla 3. Distancias de Mahalanobis en CVA para edad y sexo.

	p- Values de test de permutaciones (10000 rondas) para distancia Mahalanobis:				
	F, A	F, AJ	F, AM	M, A	M, AJ
F, AJ	<0,0001				
F, AM	<0,0001	<0,0001			
M, A	<0,0001	<0,0001	<0,0001		
M, AJ	0,0004	0,0530	0,0011	0,0156	
M, AM	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Tabla 3. Tabla de CVA para edad y sexo. Donde AJ (Adulto joven), AM (Adulto Medio) y A (Adulto maduro); mientras que F es (femenino) y M (masculino). (MorphoJ 1.06b).

Análisis grupal a partir de CVA, para agrupación de variables sexo, edad y presencia o no de deformación craneana.

En la tabla 4 se presentan diferencias estadísticamente significativas (p<0,05), entre todos los individuos femeninos a lo largo de su ontogenia, más representativa entre adultos medios y adultos maduros, incluyendo la influencia de la deformación craneana. Los individuos masculinos sólo presentan diferencias estadísticamente significativas bajo la influencia de la deformación craneana en el estado ontogénico adulto medio. Esto se ve en la figura 10 donde hay una variación más dispersa en los individuos femeninos a lo largo de su ontogenia, con presencia de deformación craneana artificial, mientras que los individuos masculinos, independientemente de los efectos de la deformación craneana artificial en los adultos medios, que sí presentan diferencian estadísticamente significativas, se siguen presentando más agrupados en la gráfica, que las muestras femeninas.

Tabla 4. Distancias de Mahalanobis, CVA para edad, sexo y deformación craneana.

	p- Values de test de permutaciones (10000 rondas) para distancia Mahalanobis:		
Sexo	Adulto joven D/ND	Adulto medio D/ND	Adulto maduro D/ND
femenino	**0,0415**	**<.0001**	**<.0001**
masculino	0,0701	**<.0001**	0,3039

Tabla 4. Análisis de CVA para individuos masculinos y femeninos, según edad y presencia de deformación craneana D (deformados) y ND (no deformados). (MorphoJ 1.06b).

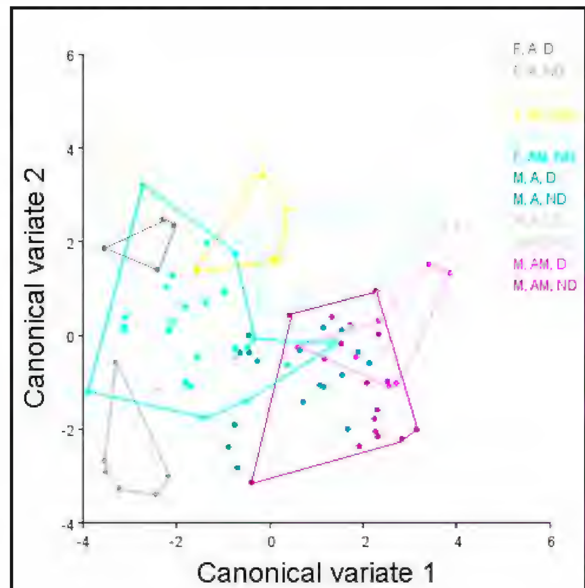


Figura 10. Gráfico de CVA entre sexo, edad y deformación craneana. En los tonos plomo oscuro, amarillo y calipsos) y celestes individuos Femeninos (F), mientras que los tonos plomos claros, violetas, fucsia y verdes petróleo son individuos masculinos (M). (MorphoJ 1.06b).

3.- Análisis estadístico confirmatorio a partir de DFA.

Análisis de DFA para la variable sexo en muestra total.

Según análisis de DFA la variable sexo, si arrojó valores estadísticamente significativos en la configuración craneofacial de la muestra total con un p-value <0,05 (Tab.5); lo que representa un 70,9% de aciertos en la clasificación para individuos femeninos y un 71,73% en individuos masculinos (Tab.6), explicando entonces, la variación por si misma.

Tabla 5. Análisis del efecto del sexo sobre la variación de la forma en la muestra total.

Muestra F/M	Distancia de Procrustes	*p*-value (test permutación de 1000 rondas)
55/46	0,02874782	**<0,0001**

Tabla 5. Tabla de análisis del sexo sobre la muestra total, mediante DFA. F(femenino); M(masculino). (MorphoJ 1.06b).

Tabla 6. Tabla de clasificación de la validación cruzada, para sexo en muestra total.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	Femenino	Masculino	Total
Femenino	39	16	55
Masculino	13	33	46

Tabla 6. Tabla de clasificación para la variable sexo en la muestra total, para la configuración craneofacial. Acierto de 70,9% para individuos femeninos y un 71,73% en individuos masculinos. (MorphoJ 1.06b).

Análisis de DFA para la variable deformación craneana en la muestra total.

Según análisis de DFA para la variable deformación craneana, si arrojó valores estadísticamente significativos $p<0,05$, en la configuración craneofacial de la muestra total (Tab.7), con un 60,6% de aciertos para individuos deformados y un 63,23% para individuos no deformados (Tab.8).

Tabla 7. Análisis de DFA para la deformación craneana en la muestra total

Muestra D/ND	Distancia de Procrustes	*p*-value (test permutación de 1000 rondas)
33/68	0,02152449	**0,0310**

Tabla 7. Tabla de análisis de la deformación craneana sobre la muestra total, mediante DFA. D(deformados); ND (no deformados). (MorphoJ 1.06b).

Análisis de DFA para variable edad en la muestra total.

Según análisis de DFA para la variable edad, esta no arrojó valores estadísticamente significativos en la muestra total para la incidencia de la edad sobre la variación de la forma craneofacial en la muestra total (Tab.9). Por lo tanto, la variable edad no explica por sí misma la variación de la forma en la muestra total por lo que está supeditada al sexo y/o deformación craneana.

Tabla 8. Tabla de validación cruzada, para deformación craneana en muestra total.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	D	ND	Total
D	20	13	33
ND	25	43	68

Tabla 8. Tabla de clasificación para la variable deformación craneana en la muestra total, para la configuración craneofacial. Acierto de 60,6% para individuos deformados y un 63,23% en no deformados (MorphoJ 1.06b).

Tabla 9. Análisis de DFA para edad en la muestra total.

Muestra Edad	Distancia de Procrustes	*p*-value (test permutación de 1000 rondas)
A-AJ	0,02459685	0,6080
A-AM	0,02141471	0,0890
AJ-AM	0,02731356	0,1360

Tabla 9. Tabla de análisis de la edad sobre la muestra total, mediante DFA. A (adultos maduros); AJ (adulto joven); AM (adulto medio). (MorphoJ 1.06b).

Como la variable edad no influye por sí sola en la variación de la forma craneofacial de la muestra utilizada, vamos a analizar mediante DFA, la combinación de las variables tanto de edad con sexo, edad con deformación craneana y cómo se influyen el sexo con la deformación craneana, para así ver cuál de estas variables posee mayor influencia en la variabilidad de la forma vista en los gráficos de variables canónicas.

Análisis mediante DFA como respuesta a objetivo específico 2: estudio de la forma craneofacial por la influencia del dimorfismo sexual y de la deformación craneana artificial.

La tabla 10 muestra que la influencia de la deformación craneana artificial solo afecta a las formas craneofaciales de los individuos femeninos de la muestra con un *p*-value <0,05. Por otro lado, el dimorfismo sexual, solo explica la variabilidad de aquellos individuos sin deformación craneana artificial con un *p*-value <0,05. Por lo tanto, la presencia de deformación craneana no explica el dimorfismo sexual de la muestra, pero si explica la variabilidad de las muestras femeninas con un acierto de un 55% para los individuos femeninos deformados y un 60% para los individuos femeninos no deformados (tabla 11), corroborando así lo visto en el primer gráfico de CVA.

Tabla 10. DFA para dimorfismo sexual y deformación craneana, en la muestra total.

Sexo, Def. craneana v/s Sexo, def. craneana	Distancia de Procrustes	*p*-value (1000 permutation rounds)
F, D/F, ND	0,03106458	**0,0120**
F, D/M, D	0,02984977	0,2130
F, ND/M, ND	0,03401208	**<0,0001**
M, D/M, ND	0,02065521	0,7870

Tabla 10. Estimación del dimorfismo sexual sobre la variación de la forma craneofacial, según presencia o no de deformación craneal en la muestra total mediante DFA; F(femenino), M(masculino), D (con deformación craneana), ND (sin deformación craneana). (MorphoJ 1.06b).

Tabla 11. Validación cruzada, para individuos femeninos deformados y no deformados.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	F, D	F, ND	Total
F, D	9	11	20
F, ND	14	21	35

Tabla 11. Tabla de clasificación para la variable deformación craneana en individuos femeninos, para la configuración craneofacial. Acierto de 55% para individuos femeninos deformados (F, D) y un 60% en femeninos no deformados (F, ND). (MorphoJ 1.06b).

Como se ve en la figura 11, la grilla de deformación mostró que la mayor variación se da en el hito 13 mostrando un achatamiento del hueso frontal, a su vez en el hito 11 y 12 ocurre un ensanchamiento del hueso malar en su porción apófisis temporal, generando que la ubicación del hito *jugale* sea más angulosa; haciendo más sobresaliente la cara externa lateral del malar. La porción maxilar es más amplia a nivel del borde inferior alveolar disminuyendo su tamaño a medida que terminan los rebordes alveolares en su parte superior. Por otro lado, las orbitas se presentan más grandes y simétricas, en comparación con los cráneos deformados en donde son más ovaladas (Fig. 11).

Para el subgrupo de individuos femeninos no deformados y masculinos no deformados, se dio un acierto en su variación craneofacial del 55% y 60%, respectivamente (tabla 12); al igual que en el caso anterior.

La figura 12 muestra una grilla de deformación con marcadas diferencias de forma en el sector frontal, cigomático, malar y maxilar de individuos masculinos (M) y femeninos (F), presentando mayor longitud a nivel de hueso frontal las muestras masculinas; así como área cigomática malar más prominente hacia lateral.

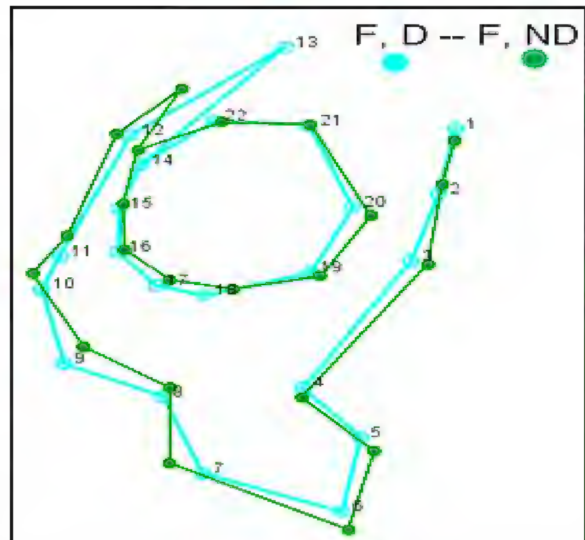


Figura 11. Grilla de deformación individuos femeninos deformados (celeste), individuos femeninos no deformados (verde). (MorphoJ 1.06b).

Tabla 12. Tabla de validación cruzada, masculinos y femeninos no deformados.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	F, D	F, ND	Total
F, D	9	11	20
F, ND	14	21	35

Tabla 12. Tabla de clasificación para la variable deformación craneana en individuos femeninos y masculinos, para la configuración craneofacial. Acierto de 55% para individuos femeninos no deformados (F, ND) y un 60% en masculinos no deformados (M, ND). (MorphoJ 1.06b).

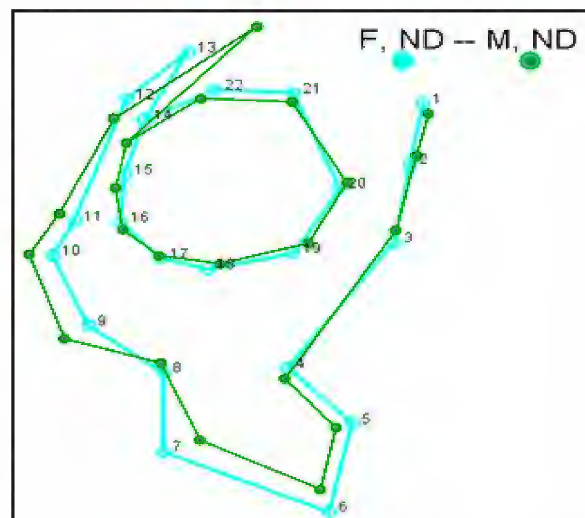


Figura 12. Grilla individuos femeninos (F, ND) en celeste y masculinos (M, ND) no deformados en verde. (MorphoJ 1.06b).

No así el maxilar, siendo más prominente a la altura del reborde alveolar, hacia caudal, lateral y medial, siendo más prominente en individuos femeninos que masculinos (Fig. 12).

Análisis mediante DFA como respuesta a objetivo específico 3: estudio de la forma craneofacial según influencia de la expresión del dimorfismo sexual y edad biológica.

Según resultados expuestos en la Tabla 13, se muestra que el dimorfismo sexual explica la variación morfológica craneofacial presentando diferencias significativas con *p*-value <0,05 en los individuos adultos maduros (A) y los individuos adultos medios (AM), es decir, aquellos individuos que presentan una DMO estabilizada, a diferencia de los adultos jóvenes que no presentan variación morfológica significativa según el dimorfismo sexual. Por otro lado, podemos corroborar en base a estos resultados que la variación femenina de la muestra, a lo largo de los gráficos de CVA no era debido a la influencia de la edad biológica, ya que, en este caso, esta variable no presentó diferencias estadísticamente significativas, sino que a la deformación craneana; no así en el caso de las muestras masculinas, donde la variable edad si explica la variación morfológica craneofacial, entre individuos adultos maduros (A) y adultos medios (AM). Donde los primeros presentan una pérdida de la DMO, mientras que los segundos están en un periodo de estabilidad de su DMO.

Tabla 13. Análisis de DFA para sexo y edad en la muestra total.

Sexo, edad v/s Sexo, edad	Distancia de Procrustes	*p*-value (test permutación de 1000 rondas)
F, A/F, AJ	0,03645021	0,6550
F, A/F, AM	0,03562351	0,4700
F, A/M, A	0,04167818	**0,0320**
F, AJ/F, AM	0,03324291	0,2960
F, AJ/M, AJ	0,03893636	0,7020
F, AM/M, AM	0,03195207	**<0,0001**
M, A/M, AJ	0,02943889	0,8780
M, A/M, AM	0,03040766	**0,0290**
M, AJ/M, AM	0,03291187	0,6320

Tabla 13. Estimación del dimorfismo sexual sobre la variación de la forma craneofacial, según rango etario en la muestra total mediante DFA; F(femenino), M(masculino), A(adulto), AJ (adulto joven), AM (adulto medio). (MorphoJ 1.06b).

Por otro lado, se presentó un acierto de un 60%, para individuos femeninos adultos, mientras que para los individuos masculinos adultos alcanzó un 70,58% de aciertos (tabla 14). En el caso de los femeninos y masculinos adultos medio, estos alcanzaron un acierto de un 63,15% y un 58,33% respectivamente (tabla 15). Finalmente, los masculinos adultos y adultos medios muestran un acierto de un 58,82% y 62,5% respectivamente (tabla 16).

Tabla 14. Validación cruzada, para individuos femeninos y masculinos adultos.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	F, A	M, A	Total
F, A	4	6	10
M, A	5	12	17

Tabla 14. Tabla de clasificación para la variable sexo en individuos adultos. Acierto de 60% para individuos femeninos adultos (F, A) y un 70,58% en masculinos adultos (M, A). (MorphoJ 1.06b).

Tabla 15. Validación cruzada para individuos femeninos y masculinos, adultos medio.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	F, AM	M, AM	Total
F, AM	24	14	38
M, AM	10	14	24

Tabla 15. Tabla de clasificación para la variable sexo en individuos adultos medio. Acierto de 63,15% para individuos femeninos adultos medio (F, A) y un 58,33% en masculinos adultos medio (M, A). (MorphoJ 1.06b).

Tabla 16. Validación cruzada, para individuos masculinos adultos y adultos medio.

Grupo verdadero	Agrupado en		
	M, A	M, AM	Total
M, A	10	7	17
M, AM	9	15	24

Tabla 16. Tabla de clasificación para la variable edad en individuos masculinos. Acierto de 58,82 % para individuos masculinos adultos (M, A) y un 62,5% en masculinos adultos medio (M, AM). (MorphoJ 1.06b).

Respecto a la variación morfológica se puede observar que en la grilla de deformación la Figura 13, los individuos femeninos adultos maduros poseen una porción zigomática más grácil que muestra masculina del mismo rango etario; por otro lado, el maxilar es más ancho y alargado en muestras femeninas que en masculinas a nivel de reborde alveolar. La porción frontal presenta una forma más lineal en muestras femeninas que en masculinas, donde es más angulada, por otro lado, las orbitas se posicionan levemente más superiores en grilla femenina que masculina; respecto a la porción nasal se ve que muestra masculina posee una línea media más alargada que femenina, aunque sólo hasta *nasoespinale* (LM 5) (Fig. 13).

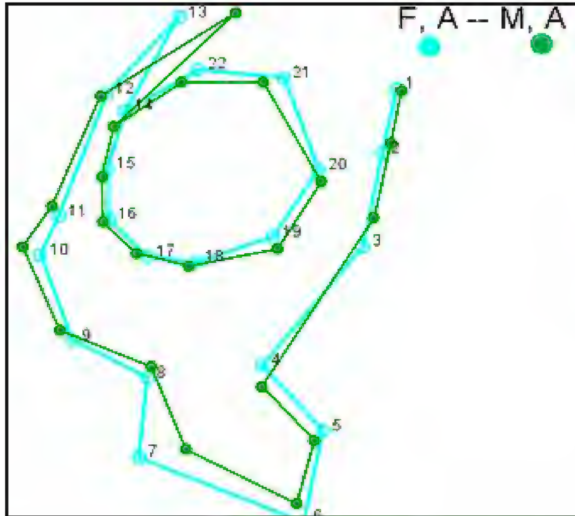


Figura 13. Grilla de deformación de individuos femeninos adultos (F, A) en celeste y masculinos adultos (M, A) en verde. (MorphoJ 1.06b).

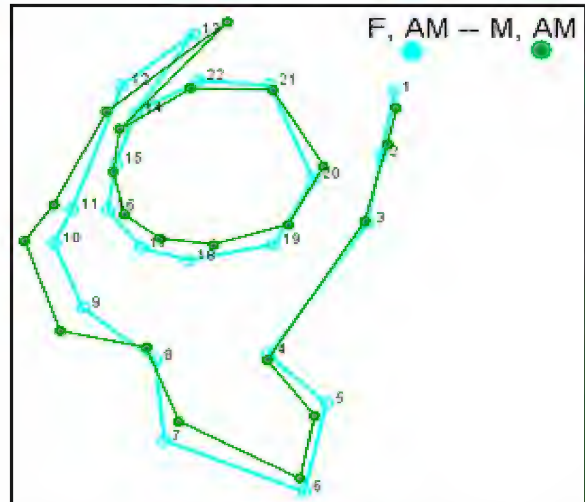


Figura 14. Grilla de deformación de individuos femeninos adultos medio (F, AM) en celeste y masculinos adultos medio (M, AM) en verde. (MorphoJ 1.06b.

En la Figura 14 se puede observar que la grilla de deformación muestra a individuos femeninos más gráciles en torno a la región malar, siguiendo hacia superior con una región frontal más lineal que individuos masculinos. Por otro lado, el maxilar sigue con las mismas proporciones, más ancho a nivel de reborde alveolar, pero ya no muestra signos tan distantes en cuanto a largo (que se asemejan más que en estadios posteriores). Por otro lado, la línea media nasal sigue siendo más alargada en individuos masculinos. La cavidad orbitaria es más alargada en las mujeres que en los hombres (Fig. 14).

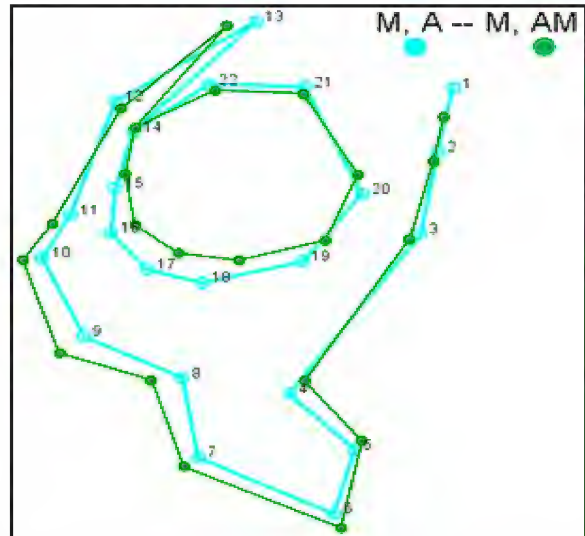


Figura 15. Grilla de deformación craneana entre individuos masculinos adultos maduros (M, A) en celeste e individuos masculinos adultos medio (M, AM) en verde. (MorphoJ 1.06b).

En la Figura 15, la grilla muestra que los individuos masculinos adultos maduros (A) presentan rasgos más gráciles, tanto en la región maxilar como malar mostrando en su conjunto una sección más pequeña. En cuanto a las orbitas, estas son más grandes en los individuos adultos maduros, mientras que en la región frontal se mantiene relativamente similar en ambas muestras (Fig. 15).

<u>Análisis mediante DFA como respuesta a objetivo específico 4: evaluar el efecto de la forma craneofacial a partir del rango etario según la deformación craneana artificial.</u>

Como se puede ver en la tabla 17, y corroborando los datos entregados por la tabla 4, se muestra que la incidencia de la edad, entre adultos maduros, adultos medios y adultos jóvenes de la muestra total no muestra diferencias estadísticamente significativas para la variación craneofacial, a partir de la deformación craneana, por lo tanto, estas dos variables no inciden entre ellas. Esto no se ve cuando se compara la población junto a variables como sexo, dando cuenta de un alto dimorfismo sexual en la totalidad de la muestra estudiada.

Tabla 17. Análisis de DFA para deformación craneana y edad en la muestra total.

edad, Def. craneana v/s edad, Def. craneana	Distancia de Procrustes	*p*-value (test permutación de 1000 rondas)
A, D/A, ND	0,03262678	0,4590
A, D/AJ, D	0,03384672	0,9290
A, D/AM, D	0,03239010	0,3070
A, ND/AJ, ND	0,03445205	0,3090
A, ND/AM, ND	0,02647082	0,0870
AJ, D/AJ, ND	0,04758206	0,2790
AJ, D/AM, D	0,04051691	0,4360
AJ, ND/AM, ND	0,02934458	0,4060
AM, D/AM, ND	0,02501619	0,0620

Tabla 17. Estimación del dimorfismo sexual sobre la variación de la forma craneofacial, según rango etario en la muestra total mediante DFA; F(femenino), M(masculino), A (adulto maduro), AJ (adulto joven), AM (adulto medio). (MorphoJ 1.06b).

DISCUSION

A lo largo del trabajo se ha evidenciado un alto dimorfismo sexual en la muestra estudiada, y se ha hecho recurrente la idea de que la deformación craneana no era una señal de diferenciación biológica entre hombres y mujeres, tal como evidencia (Strange, 1995); cuando a partir de medidas lineales llegó a las mismas conclusiones, aunque ahí se subdividieron los grupos en tipo de deformación, no presentaban incidencias significativas a la hora de categorizar por dimorfismo sexual mediante la deformación craneal. Lo anterior tiene sentido, ya que otros estudios de medidas lineales mostraron los mismos resultados a la hora de analizar la forma craneofacial (Varela, et al. 1990 y Díaz, 2010).

Por otro lado, cuando se analizó el dimorfismo sexual en las muestras se estimó que estos presentan su mayor variación en los estadios ontogénicos adultos medios y adultos maduros, no deformados específicamente variando principalmente en la morfología cigomático maxilar, más prominentes en muestras masculinas, mientras que su porción maxilar es más prominente en muestras femeninas. Respecto a esto se plantea que los individuos masculinos presentan rasgos más robustos, principalmente por el aumento de inserciones musculares y la consecuente expansión de eminencias (Retamal, 2006), Por otro lado estudios explican que la expansión transversal y vertical de la región facial, se da producto de la expansión del espacio naso y orofaríngeo a partir del requerimiento diferencial de oxígeno, como consecuencia de la necesidad metabólica más alta en hombres (Rosas y Bastir, 2002), en consecuencia y entrelazándolo con la evidencia de las vías caravaneras de este sector, donde se da un requerimiento de oxígeno elevado por el tránsito en altura, hace esta una posibilidad interesante a la hora de explicar de manera biomecánica el dimorfismo sexual presente en la muestra estudiada.

Respecto a los maxilares más prominentes en las muestras femeninas, hace pensar que ellas tenían un uso diferenciado del aparato masticatorio, podría tener directa relación con la utilización como tercera herramienta. Como efecto contrario, la reducción de la carga mecánica sobre las funciones masticatorias inhibe la estimulación del crecimiento óseo, reduciendo su robusticidad, agregando también la perdida antemortem de piezas dentales en el caso de las muestras masculinas (Manríquez, et al. 2006). Por otro lado, en el caso de las muestras femeninas que estaban influenciadas por la deformación craneana como se evidencia en el presente estudio, a diferencia de las muestras masculinas, nos hace pensar que las fuerzas biomecánicas del aparato deformador también contribuyeron a modificar la zona frontal y maxilar alargando ambas zonas (Frieß y Baylac, 2003).

Otro aspecto interesante fue la diferenciación entre las muestras masculinas adultos maduros y adultos medios; lo anterior hace sentido en relación con el propio proceso de la senectud, en donde los rasgos masculinos se van haciendo cada vez más gráciles a medida que se va envejeciendo, por la pérdida de la DMO (Muzzo, et al. 2003). La desmineralización comienza en los periodos ontogénicos adultos medios progresivamente (Bagur, 2017). Supuestamente este hecho debería notarse más en las mujeres por la llegada de la menopausia, pero esto no se logró apreciar en la morfología craneofacial femenina de la muestra.

Otro resultado a explicar es la variabilidad más alta del sexo femenino, por sobre el masculino, retomando la idea de que en la zona norte los individuos masculinos “prefieren no deformarse” (Costa, et al. 2008) y que las muestras femeninas presentan más deformación que las muestras masculinas (Strange, 1995), específicamente de tipo tabular, en sitio pica 8 (Retamal, 2006) y en SPA (Strange, 1995); contribuyendo en gran medida a la mayor variabilidad femenina por sobre la masculina en relación de la forma craneofacial presente en esta muestra. También tenemos la evidencia arqueológica de los señoríos post caída Tiwanaku, donde empieza una sustentabilidad social y económica autosuficiente con una extensa red caravanera a larga distancia y alianzas matrimoniales (Cases, 2004; Correa y García, 2014). Por lo que estamos ante una alta migración del lugar de origen, preferentemente de mujeres, como medio de intercambio en dichas alianzas.

Referente a las pruebas estadísticas hay una variante que en este trabajo no se calculó, y es la incidencia del tamaño en la variación craneofacial; al respecto cuando se trabaja con morfometría geométrica, esta variante incrementa el análisis discriminante del PCA (Gómez-Váldes, et al. 2007), cosa que en nuestro trabajo no pudimos evidenciar, pero de igual manera, la variante forma fue suficiente a la hora de abordar la muestra tanto en CVA como en análisis de función discriminante (DFA) para evidenciar el dimorfismo sexual en la muestra y la variabilidad morfológica craneofacial que se observó, bajo variables de edad y deformación craneana.

Por otro lado, los resultados de este trabajo muestran que la estimación del sexo mediante la observación morfológica de los cráneos es acertada (Díaz, 2010). Llegando a un número de individuos femeninos y masculinos similar al estudio previo de Strange (1995), aunque se eliminaron algunos individuos, el porcentaje sigue siendo de un mayor número de individuos femeninos por sobre el masculino.

CONCLUSIONES

En este estudio a partir de la hipótesis de trabajo en que la morfología craneofacial presenta diferencias estadísticamente significativas en su forma para la expresión del dimorfismo sexual, la cual además puede verse afectada por acciones culturales, como la deformación craneana, así como la influencia de la edad se confirma a partir de los resultados expuestos que si se presenta una diferencia en la expresión del dimorfismo sexual en la muestra estudiada; por otro lado la presencia de modificaciones culturales como la deformación craneana afectó diferencialmente a las muestras femeninas por sobre las masculinas, siendo estas primeras las que presentaban mayor variabilidad por dicha variable, sin mayor incidencia del proceso ontogénico como tal. En contraposición, para la muestra masculina, esta se vio influenciada por la ontogenia, a diferencia de la muestra femenina, teniendo poca incidencia en su variabilidad morfológica craneofacial la variable de la deformación craneana.

En cuanto a la forma craneofacial como tal, las diferencias morfológicas fueron sorpresivas, porque, aunque se creía que los cráneos masculinos serían más robustos en la totalidad de sus estructuras, se vio en este estudio que sólo se reducía a las áreas frontocigomática, malar y largo nasal; mientras que el hueso maxilar presentó una forma de más robustez en las muestras femeninas, aunque analizándolo desde la perspectiva cultural, hace mucho sentido el obtener este tipo de resultados.

Otra estructura craneofacial que presentó diferencias morfológicas, en el caso de las muestras masculinas fue la alta reabsorción ósea presente en los estadios ontogénicos de adultos maduros, cambiando en la totalidad su forma craneofacial, tanto en el área frontal, cigomática, malar, nasal, maxilar y orbital, siendo todas estas estructuras más robustas y prominentes en los individuos adultos medios que en los adultos maduros. Por lo tanto, el objetivo general del presente trabajo se logró llevar a cabo, conociéndose así la incidencia de la deformación craneana en el grupo femenino de la muestra y la independencia del dimorfismo sexual en la morfología craneofacial en la totalidad de la muestra, más evidenciada en las etapas ontogénicas adultas medias y maduras. En cuanto a los objetivos específicos, estos también se pudieron llevar a cabo, el primero fue con las pruebas de análisis exploratorios (RW), y los siguientes con los análisis confirmatorios, tanto de VCA como de DFA para el análisis de las variables de manera independiente y en conjunto, para ver cuál de ellas tenía más peso en la variabilidad morfológica de las estructuras craneofaciales. Por otro lado se evidenció en los grupos etarios de individuos adultos medios y adultos maduros, que la vejez en los procesos de desmineralización de la DMO fue evidente en la muestra masculina, no así la femenina.

Para finalizar, esta investigación netamente exploratoria permitió constatar la utilidad de esta herramienta, la morfometría geométrica, a la hora de analizar y complementar estadísticamente la evidencia arqueológica con la antropológica. Ayuda a entender al material cultural netamente humano y a su vez, cómo este produce variaciones e influye en sus creadores. También podemos darnos cuenta de cómo se ve influenciado el cuerpo humano, a partir sólo del análisis de una de sus estructuras corporales, siendo interesante plasmar aquí la importancia de llevar este estudio en la totalidad del cuerpo humano, y ver que estructuras se ven más modificadas que otras, tanto por acciones culturales, patologías y medio ambiente al cual se ven adaptados. Hay que nombrar también las limitaciones de esta investigación, para que en futuros análisis estas puedan ser mejoradas, por ejemplo, trabajar con colecciones incompletas, donde solo se presenta una parte del cuerpo humano, hace más limitado todas las otras adaptaciones o modificaciones que estos pudieron tener en vida, como es el caso de las inserciones musculares en otras piezas óseas frente a las actividades reiteradas en el tiempo, como el caso de los marcadores de estrés ocupacional.

También como futuro trabajo sería importante agregar un estudio de los distintos tipos deformación craneana en la muestra, en el caso de los individuos femeninos,

haber sabido que tipo de deformación poseían podría haber ayudado a explicar la alta variabilidad de este grupo muestral. También agregar la variable "tamaño" en este estudio podría haber generado comparaciones con los trabajos más antiguos de morfometría clásica, craneometría y así poder testear la comparación entre ambas técnicas de análisis, así como la incidencia en la variación de la forma.

Con todo esto expuesto, la morfometría geométrica se hace cada vez más atractiva ya que sus investigaciones que utilizan el uso de fotografías, son herramientas de fácil acceso, en comparación con otros recursos (Charlin y Hernández, 2016), y este trabajo evidencia el aporte que genera esta técnica, tanto por la nueva información bioantropológica de los materiales de estudio que enriquezca su historia; bajo esta premisa la poca manipulación sobre el material estudiado hace que esta herramienta promueva el resguardo de las muestras patrimoniales contribuyendo a su mantención y cuidado, sin perder la información que en ellas se esconde.

BIBLIOGRAFÍA

Bargur, C. 2017. Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. Apunts. Medicina de L'esport (154): 92-98.

Bookstein, F. 1982. Foundations of morphometrics. Annual Review of Ecology and Systematics (13): 451-470.

Buikstra, J.y Ubelaker, D. 1994. Standards for Data Collection from Human Skeletal. Remains. Research Arkansas Archaeological Survey (44), Fayetteville.

Cases, B. (2004). Un acercamiento a las bolsas domésticas de Quillagua en relación a las caravanas del período Intermedio Tardío. (Loa Inferior, II Región). Memoria para optar al título profesional de arqueóloga. Universidad de Chile.

Charlin, J. y Hernádez, M. 2016. Morfometría geométrica y representaciones rupestres: explorando las aplicaciones de los métodos basados en landmarks. Revista Arqueología 22(1): 103-125.

Cobos, V., Della, C. & Bernal, B. 2012. Patrones de variación morfométrica craneofacial en poblaciones humanas del noreste de patagonia durante el Holoceno Tardío. Revista Argentina de Antropología biológica. 14(1): 5-16.

Correa, I. y García, M. 2014. Cerámica y contexto de tránsito en la ruta Calama-Quillagua, vía Chug-Chug, desierto de Atacama, norte de Chile. Revista Chungará (Arica), 46(1): 25-50.

Costa, M., Llagostera, A y Cocilovo, J, 2008. La deformación craneana en la población prehistórica de Coyo Oriente, San Pedro de Atacama. Estudios Atacameños, Arqueología y Antropología Surandinas (36): 29-41.

Diaz, P. 2010. Valor predictivo de los rasgos anatómicos del cráneo utilizados en la estimación visual del sexo en población chilena: un análisis de morfometría geométrica. Santiago. Universidad de Chile.

Fabra, M y Demarchi, D. 2013. Análisis morfogeométrico aplicado al estudio de los patrones espaciales y temporales de variación morfológica craneofacial en poblaciones del centro de Argentina. Córdoba: Cuadernos del instituto nacional de antropología y pensamiento latinoamericano (1): 87-101.

Fabra, M. y Demarchi, D. 2009. Variabilidad craneofacial en poblaciones del sector austral de las sierras pampaneas: Aportes desde la morfometría geométrica. Relaciones de la Sociedad Argentina de Antroología XXXIV: 297-320.

Frieß, M. y Baylac, M. 2003. Exploring artificial cranial deformation using elliptic fourier anaysis of procrustes aligned outlines. American Journal of Physical Anthropology (122): 11-22.

Gómez-Valdés, J., Bautista, M. y Pacheco, A. 2007. Morfometría geométrica aplicada al estudio de la deformación cefálica intencional. Revista Estudios de Antropología Biológica. (13): 117-134. México.

Goodall, C. 1991. Procrustes methods in the statistical analysis of shape. Journal of the royal statistical society. Series B (methodological). 53(2): 285-339.

Klingenberg, C., y Monteiro, L. 2005. Distances and directions in multidimensional shape spaces: implications for morphometric applications. Systematic Biology (54): 678–688.

Krogman, W. e Iscan, M. 1986. The human skeleton in forensic medicine. Springfield: Charles C. Thomas.

López, P. 1979. Emergencia y desarrollo de una aldea prehispánica de Quillagua, Antofagasta. Memoria para optar al título de arqueólogo. Universidad de Antofagasta.

Manríquez, G., González-Bergás, F., Salinas, C. y Espoueys, O. 2006. Deformación intencional del cráneo en poblaciones arqueológicas de Arica, Chile: Análisis preliminar de morfometría geométrica con uso de radiografías craneofaciales. Revista Chungará. 38(1): 13-34.

Meindl, R. y Lovejoy, O. 1985. Ectocranial suture closure: A revised method for the determinaion of skeletal age at death base don the lateral-anterior sutures. American journal of physical anthropology (68): 57-66.

Munizaga, J. 1987. Deformación craneana intencional en América. Santiago: Revista Chilena de Antropología (6): 113-147.

Muzzo, S., Leiva, L. y Ramirez, I. 2003. Masa ósea máxima de adultos jóvenes chilenos comparada con los valores de la Lunar. 30(1): 52-57. extraído de http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100007.

Oxnard, C. y O'Higgins, P. 2009. Biology clearly needs morphometrics. Does Morphometrics need biology?. Biological Theory (4): 84-97.

Retamal, R. y A. Pacheco. 2006. Perfil osteobiográfico del cementerio Pica-8: Paleopatología y Modos de vida (Período Intermedio Tardío, Región de Tarapacá, Chile). Valdivia: Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Tomo I: 71-81.

Richtsmeier, J., Buerke, V. y Lele, S. 2002. The promise of geometric morphometrics. Yearbook of physical anthropology. (45): 63-91.

Rohlf, F. 1993. Relative Warp Analysis and an example of its application to Mosquito.Contributions to morphometrics, (8): 131.

Rosas, A. y Bastir, M. 2002. Thin-plate splin analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex. American journal of physical anthropology. (117): 236-245.

Strange, J. 1995. Informe Antropológico, proyecto FONDECYT 1950071: Varibilidad textil durante el período Intermedio Tardío en el valle de Quillagua: una aproximación a la etnicidad.

Toro, M., Manríquez, G. y Suazo, G. 2010. Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: De la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. Int. J. Morphol. 28(4): 977-990.

Varela, H., Cocilovo, J. y Costa, M. 1990. El dimorfismo sexual en la población prehistórica de San Pedro de Atacama., Chile: Revista Chungará. 24(25): 160-166.

Vega, P. (2014). Expresión del dimorfismo sexual en estructuras craneofaciales en individuos subadultos y adultos de una muestra de población chilena actual: Uso de herramientas de morfometría geométrica en telerradiografías en vista lateral.

Vergara, L. 1901. Nuevas mediciones en trece cráneos antiguos de Aimaraes (Huacas de Quillagua). Revista Chilena de Historia Natural. Vol. V: 125-136.

Vergara, L. 1905. Cráneos de paredes gruesas (nuevas investigaciones en 63 cráneos de Quillagua y algunos de la costa). Revista Chilena de Historia Natural. Vol. IX: 172-190.

Zelditch, M., Swiderski, D., Sheets, H., Fink, W. 2004. Geometric Morphometrics for biologists. A primer. Editorial Elsevier.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 22-38 Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso

DIETA PREHISPÁNICA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE CENTRAL: EVIDENCIA DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO DE COLÁGENO ÓSEO HUMANO DE LAS COLECCIONES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO

Jaime Swift[1], Juanita Oyanedel Pérez[2] & Lilian López Labbé[3]

Resumen: El objetivo de esta investigación fue aportar nueva información sobre las prácticas dietéticas prehispánicas en la región de Valparaíso utilizando evidencia proveniente del análisis de isótopos estables de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ13N) de colágeno óseo humano. Se obtuvieron muestras de restos óseos humanos de 24 individuos previamente recuperados de varios sitios arqueológicos de la región. Los resultados demostraron variabilidad en las prácticas dietéticas en diferentes contextos temporales (desde el Periodo Alfarero Temprano al Tardío) y geográficos (costeros vs valle interior), particularmente con respecto al consumo de C4 (maíz) o de recursos marinos. La amplia gama de valores de δ13C del material estudiado apunta a una mayor inclusión del maíz en la dieta a través del tiempo. También sugieren que la dieta local costera incluyó una mezcla de alimentos terrestres complementados con recursos marinos, de niveles tróficos más bajos como moluscos o algas marinas. Mientras que los bajos valores de δ15N para los grupos del interior, sugieren una dieta terrestre probablemente baja en proteínas animales o bien que incluye el consumo regular de leguminosas fijadoras de nitrógeno.

Palabras Claves: Paleodieta, restos oseos humanos, Bato, Llolleo, Aconcagua, Inka.

Abstract: The objective of this research was to provide new information regarding prehistoric dietary practices in the Valparaíso region, using evidence from stable carbon (δ13C) and nitrogen (δ13N) isotopic analyses of human bone collagen. Samples were obtained from human skeletal remains of 24 individuals previously recovered from various archaeological sites within the region. The results demonstrated variability in dietary practices over different temporal (Early Ceramic through to Late) and geographic settings (coastal vs inland), particularly regarding the consumption of C4 (maize) or marine resources. A wide range of δ13C values from the material studied particularly points towards an increasing inclusion of maize in the diet over time. The new isotopic data also suggest that the local, coastal diet included a mixture of terrestrial foods supplemented by marine resources, especially those of lower trophic levels such as molluscs or seaweeds. Whereas low δ15N values for inland groups, infer a terrestrial diet that may have either been low in animal proteins or included regular consumption of nitrogen-fixing legumes.

Keywords: Paleodiet, human remains bones, Bato, Llolleo, Aconcagua, Inka.

1 Antropóloga Física M.A. en Antropología Forense. Investigadora Laboratorio de Arqueología e Historia del Arte, Universidad de Oxford. jaime.swift@arch.ox.ac.uk.
2 Antropóloga Física. Encargada depósito de colecciones Museo La Ligua. juanita.oyanedel.perez@gmail.com.
3 Ingenerio Químico, Encargada Área Arquelogía, Departamento de ciencias e investigación, Museo de Historia Natural de Valparaíso. Lilian.lopez@museosdibam.cl.

INTRODUCCIÓN

En Chile central las prácticas dietéticas prehispánicas han sido descritas como una característica de los diferentes grupos culturales de la zona (Falabella, et al. 2007). Sin embargo gran parte de la investigación paleodietaria existente en Chile central se basa en en sitios de la zona de Santiago y Rancagua (Falabella, et al. 2007; Falabella, et al. 2008; Planella, et al. 2014; Sanhueza y Falabella, 2010; Tykot, et al. 2009). Desde el Periodo Alfarero Temprano (PAT) en adelante, se han observado diversas prácticas alimentarias y de subsistencia, entre ellas la existencia contemporánea de grupos de cazadores-recolectores y agricultores incipientes, la introducción del maíz domesticado y la posterior intensificación de prácticas agrícolas.

Una parte importante de las inferencias e interpretaciones previas sobre la dieta en la región de Valparaíso, en Chile central, se han basado en evidencias arqueobotánicas y zooarqueológicas (Belmar, et al. 2013; Carmona, et al. 2001), patrones de paleopatología dental (Arriagada y Oyanedel, 2014; Henríquez, 2006) y el potencial paleoambiental de la región (Ávalos y Saunier, 2011). Del mismo modo, el análisis isotópico estable de esqueletos humanos puede aportar evidencia de la dieta y las estrategias de subsistencia del pasado, distinguiendo entre los diferentes recursos consumidos, como los alimentos marinos frente a los terrestres y las plantas C4 (maíz) versus las plantas C3 (quínoa, papas, frutas). Esta investigación presenta los resultados de los análisis de isótopos estables de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ13N) de colágeno de hueso humano de las colecciones bioantropológicas del Museo de Historia Natural de Valparaíso (MHNV), con el objetivo de aportar nueva información sobre la dieta prehispánica en la región de Valparaíso.

1 ANTECEDENTES GENERALES

La región de Valparaíso, en la zona central de Chile, se extiende desde los 31o55'S hasta los 33o38'S y marca la transición de los desiertos del norte a un paisaje más fértil en la zona central de Chile. La región está atravesada por varios sistemas fluviales, que incluye la gran cuenca fluvial del Aconcagua. Asimismo esta área varía de oeste a este e incluye distintas zonas geográficas: la costa del Pacífico, la cordillera de la costa, el valle interior (o depresión intermedia) y la cordillera de Los Andes (Fig. 1). En tanto la vegetación nativa dominante en las zonas habitables consiste en arbustos y bosques esclerófilos (Bambach, et al. 2013; Moreira-Muñoz, 2011).



Figura 1: Mapa del área de estudio que muestra la ubicación de los sitios arqueológicos que incluye el material para este estudio.

La zona está sujeta a un clima mediterráneo con veranos secos e inviernos húmedos. Las condiciones climáticas actuales han permanecido prácticamente iguales en los últimos 3.000 años, con variaciones estacionales e interanuales de las precipitaciones, influenciadas por las fluctuaciones de la Oscilación del Sur El Niño (Jenny, et al. 2002; Villagrán y Varela, 1990; Villa-Martínez, et al. 2003).

Chile central comenzó a ser habitado durante el Pleistoceno Tardío, y se han definido varios períodos temporales y tradiciones culturales para la subsiguiente prehistoria humana de una parte de la zona central (Falabella, et al. 2016; Núñez, et al. 2016; Uribe y Sánchez , 2016). Los restos óseos humanos objeto de esta investigación se relacionan con las poblaciones del Holoceno tardío desde el Período Alfarero Temprano hasta el Período Tardío (ca. 300 aC - 1536 dC), de quienes habitaron lo que hoy conocemos como la región de Valparaíso.

1.1 Período Alfarero Temprano (ca. 300 aC- 1000/1100 dC.)

La presencia de cerámica en el registro arqueológico indica el inicio del Período Alfarero Temprano (PAT), sin embargo la introducción de esta nueva tecnología no significa necesariamente un cambio simultáneo en la vida de los cazadores-recolectores. De hecho, este período se caracteriza por pequeños y heterogéneos grupos de personas que coexisten en una misma área geográfica, manteniendo diferentes prácticas de subsistencia, cultura material, prácticas funerarias y patrones de asentamiento. Además, algunos grupos del alfarero temprano mantuvieron un estilo de vida cazador-recolector, con pocos cambios en las estrategias de subsistencia durante gran parte de este período, mientras que otros grupos pasaron a una agricultura incipiente con presencia de cultígenos como la quínoa (*Chenopodium quinoa*) y el maíz (*Zea mays*) que hacen inferir sobre el inicio de campos de cultivo a pequeña escala (Ávalos, 2005; Ávalos y Saunier, 2011; Falabella, et al. 2016; Planella y Tagle, 2004).

Para el Período Alfarero Temprano se han propuesto varios complejos culturales, de los cuales algunos eran diacrónicos y otros sincrónicos. En ese sentido, los complejos mejor definidos incluyen las Comunidades Alfareras Iniciales (ca. 300 aC - 200 dC), Bato (ca. 200 - 1000 dC) y Llolleo (ca. 200 - 1200 dC) (Falabella y Stehberg, 1989; Falabella, et al. 2015; Sanhueza Riquelme, 2016). Las Comunidades Alfareras Iniciales (CAI) dependían principalmente de recursos vegetales silvestres (C3), aunque también se ha registrado la presencia de quínoa en algunos sitios de las CAI (Quiroz y Belmar, 2004; Sanhueza y Falabella, 1999).

Los sitios asociados al complejo cultural Bato se localizan principalmente al oeste de la cordillera costa, concentrándose mayormente en la parte más septentrional de la costa de Chile central, particularmente alrededor de la desembocadura del río Aconcagua (Ávalos y Saunier, 2011). Sin embargo, en esta zona también se han registrado contextos Bato en algunos sitios del interior (Ávalos, 2007; Hermosilla, 1994). Los grupos Bato practicaron en gran medida un estilo de vida de cazadores-recolectores con cierto grado de movilidad territorial, con dependencia de la costa cercana y de alimentos marinos de bajos niveles tróficos, como también de camélidos silvestres y recursos de plantas silvestres (Ávalos y Saunier, 2011; Carmona, et al. 2001; Rivas y González, 2008). No obstante, la presencia de piedras de moler y restos arqueobotánicos de quínoa y maíz en algunos sitios, particularmente en los sitios de interior, también demuestra el uso incipiente o acceso de los grupos Bato a algunas de los primeras plantas domesticadas (Ávalos, 2005, Planella y Tagle, 2004).

Los grupos Llolleo coexistieron junto con los Bato, aunque se les considera más sedentarios y con una mayor preferencia hacia los cultígenos. Estos pequeños y autosuficientes grupos con una identidad colectiva Llolleo se establecieron en asentamientos dispersos en todo el curso medio y superior del Valle del Aconcagua, la Cuenca de Santiago, la Cuenca de Rancagua y también en algunos sitios costeros, principalmente alrededor de la desembocadura del río Maipo (Falabella, et al. 2016). En los sitios Llolleo de la cuenca Maipo-Mapocho (Planella y Tagle, 2004) se ha registrado una mezcla de plantas silvestres y cultivadas, junto con huesos de guanaco (*Lama guanicoe*). Asimismo, el equipamiento de caza identificado en contextos Llolleo ha sido limitado, con menos puntas de proyectil que en los sitios Bato, lo que sugiere que la caza tuvo una menor importancia para los Llolleo que para sus contemporáneos Bato (Falabella, et al. 2016). Por otra parte, los cultígenos identificados en contextos Llolleo incluyen maíz, quínoa, porotos (*Phaseolus sp.*), zapallo (*Curcurbita sp.*) y calabaza (*Lagenaria sp.*) (Planella, et al. 2014; Planella y Tagle, 2004; Sanhueza, et al. 2003).

1.2 Período Intermedio Tardío (ca. 1000/1200 dC – 1450 dC)

La transición al Período Intermedio Tardío (PIT) provocó un considerable cambio cultural y tecnológico con los Aconcagua, reconocidos como el complejo cultural dominante en Chile central durante este período. Los asentamientos se localizaban generalmente a lo largo de las terrazas fluviales de ríos y valles y comprendían unas pocas unidades residenciales. Los campos de cultivo estaban situados adyacentes a las áreas habitacionales, en tanto los espacios para procesar alimentos, para la producción de materiales líticos y cerámicos también fueron designados. Si bien los Aconcagua habitaron preferentemente los valles interiores, durante el Periodo Intermedio Tardío también se han registrado algunos sitios en entornos costeros, como Las Brisas 10-14 (Westfall, 1999).

El desarrollo de una agricultura más intensa en algunos grupos de la zona central de Chile apareció ca. 1000 DC, pero para otros no tuvo lugar hasta alrededor del 1200 dC (Falabella, et al. 2016). Durante este periodo la mayor dependencia del maíz se demuestra por la ubicuidad del recurso en los sitios de la zona, por la presencia de una variedad más amplia de la especie, así como por un aumento en el tamaño de los granos del maíz (Belmar y Quiroz, 2003; Planella, et al. 2014 en Falabella, et al. 2016). Además el aumento en el tamaño y variedad de porotos, y el tamaño del grano

de la quínoa proporcionan evidencia adicional sobre la intensificación de la agricultura durante este período (Planella, et al. 2015). También hay indicios de una mayor dependencia de la carne de guanaco, lo que sugiere que los camélidos pudieron haber sido domesticados parcialmente, los cuales habrían sido alimentados con maíz para animarlos a permanecer cerca de las áreas de asentamiento (Becker, 1994; Sanhueza y Falabella, 2010; Tykot, et al. 2009).

1.3 Período Tardío (ca. 1450 dC - 1536 dC)

La presencia Inka en Chile central se estableció por el siglo XV. Conservadoramente, se acepta ca. 1450 dC (Uribe y Sánchez, 2016), aunque existen algunas fechados por termoluminiscencia de cerámica que sugieren una posible presencia anterior, antes del 1400 dC (Sánchez, 2003). La red vial Inka ha sido registrada longitudinalmente a través de Chile central hacia el sur, pasando al este a través de la cordillera de los Andes hacia Mendoza en Argentina. A su vez, las estructuras imperiales fueron utilizadas para fines ceremoniales, defensivos y administrativos, estableciéndose en puntos estratégicos a lo largo de los valles fluviales y caminos longitudinales (Coros y Coros, 1999), integrando el área de la frontera sur a su imperio.

Las culturas locales existentes, como Aconcagua y Diaguita, persistieron hasta el Período Tardío (PT), pero fueron parcialmente aculturadas, exhibiendo signos de influencia Inka en su cultura material. Junto con esto, se implementó una jerarquía más definida con unidades sociales encabezadas por caciques locales, donde las comunidades previamente dispersas se organizaron en pequeños asentamientos. Además, se incrementaron varias formas de producción, entre ellas la minería, la intensificación de la agricultura de maíz y la domesticación de camélidos (Uribe y Sánchez, 2016).

1.4 Análisis de Isótopos Estables

Los análisis de isótopos estables de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) han sido utlizados cada vez más en contextos arqueológicos para reconstruir la dieta e inferir acerca de las estrategias de subsistencia prehispánicas. Ahora, las diferencias en las proporciones de isótopos de carbono y nitrógeno pueden ser útiles para distinguir entre dietas dependientes de diferentes tipos de recursos vegetales, así como entre ecosistemas marinos, terrestres y a veces de agua dulce (Schoeninger y DeNiro, 1984). Las relaciones de isótopos estables de carbono se calculan en relación con un estándar internacional, el carbonato de Pee Dee Belemnite (PDB), que es rico en 13C, lo que significa que los valores de δ13C medidos desde la mayoría de las plantas y animales son negativos cuando se expresan respecto al estándar. Por otro lado, las relaciones de isótopos estables de nitrógeno se miden y expresan respecto al nitrógeno atmosférico (AIR).

Los valores isotópicos estables de colágeno óseo representan un promedio más amplio de la dieta, aproximadamente de la última década de vida los individuos. Sin embargo, la tasa de remodelación ósea puede variar algo dependiendo de factores como la edad, el estado nutricional y el hueso particular que se ha muestreado para el análisis (Tieszen, et al. 1983; Hedges, et al. 2007). Otro aspecto a considerar es que el δ13C de colágeno óseo está sesgado para la porción proteica de la dieta (Ambrose y Norr, 1993; Tieszen y Fagre, 1993), y para δ15N representa sólo el componente proteico de la dieta, es decir, la contribución dietética de las porciones de lípidos y carbohidratos de los alimentos estará subrepresentada en los datos de colágeno óseo.

A través de los isótopos estables de carbono también se pueden distinguir entre algunos tipos de recursos terrestres basados en diversas vías fotosintéticas usadas por las plantas (tales como C3 o C4). Para el ambiente de Chile central, el análisis de isótopos estables de carbono puede ser particularmente útil para detectar la introducción e intensificación del maíz (un recurso C4) en las dietas humanas prehispánicas, considerando que la vegetación en zonas templadas generalmente sigue una vía fotosintética C3, al igual que gran parte de la vegetación nativa de Chile central. Ciertos cultígenos y cereales importantes, incluido el maíz, siguen la vía fotosintética C4. Los valores de los isótopos estables de carbono para la vegetación C3 generalmente son alrededor de -26,5 ‰, mientras que los C4 tienen valores alrededor de -12,5 ‰ (Smith y Epstein, 1971). Las plantas modernas requieren una corrección de ca. +1,5 ‰ en comparación con el material arqueológico debido al Efecto Suess; correspondiente a un agotamiento en las proporciones isotópicas de carbono atmosférico como resultado de la mezcla con dióxido de carbono industrial producido por la incineracion de combustibles fósiles (Keeling, 1979).

Cabe destacar que debido a los procesos metabólicos, hay una compensación entre los valores isotópicos de las plantas y los tejidos corporales de los animales que los consumen. Por ejemplo, los mamíferos tienen un desplazamiento de alrededor de +5 ‰ de los valores de δ13C del recurso a los valores de δ13C observados en el colágeno óseo del consumidor (Δ13Cdiet-collagen) (Ambrose y Norr, 1993; Tieszen y Fagre, 1993). Es decir, esto incluye un cambio de nivel trófico de ca. +1 ‰ para los isótopos de carbono, lo mismo ocurre en cada paso posterior de la cadena alimentaria (Boche-

rens y Drucker, 2003).

Los datos isotópicos publicados anteriormente para varias especies de plantas en Chile central (ver Tabla 1) pueden proporcionar una guía sobre los puntos extremos δ13C que podrían esperarse para los consumidores de plantas C3 o C4 en esta zona. Ahora, basándose en el valor promedio de plantas C3 silvestres y cultivadas de Chile central a 26,6 ‰, los herbívoros que consumen una dieta exclusivamente C3 tendrían teóricamente valores de colágeno óseo δ13C alrededor de -20,1 ‰ (cuando se toma en cuenta el desplazamiento de +5 ‰ Δ13Cdieta-colageno, y añadiendo un +1,5 ‰ adicional para tener en cuenta el Efecto Suess). Si los seres humanos tuvieran una dieta basada en herbívoros que consumen pasto C3, como Lama guanicoe, su puntaje estimado de δ13C sería alrededor de -19,1 ‰, es decir, el rango estimado δ13C de colágeno óseo para una dieta C4 pura sería alrededor de -4,7 ‰. Sin embargo, es improbable que la gente obtenga el 100% de su proteína dietética de los recursos C4, incluso en comunidades fuertemente dependientes del maíz. Por ejemplo, varios estudios en América Central y del Sur han reportado valores promedio de δ13C alrededor de -12,1 a -9,2 ‰ para agricultores de maíz (Finucane, et al. 2006; Williams, 2005; Reed, 1994; Williams, et al. 2017).

Recurso	Contexto	*n*	Media $\delta^{13}C \pm 1$ SD (‰)	Min. – Max.
Alga Marina	Moderno	2	-15,7 ± 2,3	-17,3 a -14,0
C_3 Vegetación Silvestre	Moderno	14	-26,6 ± 2,9	-30,5 a -21,0
C_3 Cultígeno	Moderno	6	-26,6 ±1,6	-29,3 a -24,7
C_4 Cultígeno	Moderno	1	-11,2	

Tabla 1: Resumen valores de isótopos estables de carbono para muestras de flora modernas de Chile central, adaptado de Falabella et al. (2007).

Los seres humanos que consumen una dieta con una mezcla de recursos terrestres tendrán valores de δ13C intermedios a los rangos de una dieta C3 y C4. Sin embargo, los valores de isótopos estables de carbono de las plantas marinas también se encuentran entre estos rangos, por lo que potencialmente se superponen con los valores esperados de una dieta terrestre mixta. Esto puede complicar los esfuerzos para distinguir una dieta marina de una dieta C3-C4 terrestre al interpretar sólo los resultados de δ13C.

Los isótopos estables de nitrógeno también proporcionan información sobre el nivel trófico, con un aumento de aproximadamente de 3-5 ‰ en cada paso de la cadena alimentaria (Schoeninger y DeNiro, 1984). Dado que hay muchos otros niveles tróficos en la cadena alimentaria marina, en comparación con las cadenas alimentarias terrestres, los consumidores de recursos marinos pueden distinguirse por mayores valores de δ15N. Por ejemplo, los agricultores europeos prehistóricos con dietas que consisten en plantas y animales terrestres tienen valores de colágeno δ15N alrededor de 8-11 ‰, con una dieta mixta de proteínas terrestres y marinas dará como resultado valores intermedios δ15N alrededor de 11-15 ‰; y los cazadores marinos que consumen recursos de alto nivel trófico tendrán valores aún mayores de δ15N, a menudo alrededor de 15-20 ‰ (Schoeninger y DeNiro, 1983; Schulting, En prensa). De igual manera las poblaciones de la costa del norte de Chile, que se sabe que dependen en gran medida de alimentos marinos de alto nivel trófico, han sido reportadas con δ15N tan alto entre 17,3 a 26,7 ‰ (Roberts, et al. 2013).

Existen otros factores que también pueden elevar δ15N en los recursos alimenticios, además del cambio de nivel trófico, son la aridez (Pate y Anson, 2008) y el abono de los cultivos (Bogaard, et al. 2007, Szpak, et al. 2012; Bogaard, et al. 2013; Fraser, et al. 2011). Por el contrario, las plantas fijadoras de nitrógeno, en las que se incluyen la mayoría de las leguminosas, han reducido el δ15N en comparación con las plantas no leguminosas debido a su capacidad para fijar nitrógeno directamente de la atmósfera (Handley y Raven, 1992). Por lo tanto, los seres humanos que consumieron una dieta con leguminosas también habrían reducido relativamente el δ15N. De hecho, el consumo de leguminosas ha sido sugerido como explicación de los bajos valores de δ15N de colágeno óseo humano en sitios del Neolítico medio en Francia (Schulting y Hamilton, 2012).

Tambien se dispone de datos isotópicos de referencia para diversos recursos faunísticos arqueológicos y modernos de Chile central (Falabella, et al. 2007) los que proporcionan un antecedente útil para este estudio (ver Tabla 2).

Estas muestras fueron obtenidas de Chile central, de los cuales se incorporaron algunos datos de esa área de estudio para esta investigación.

Investigaciones isotópicas previas de sitios arqueologicos ubicados al sur de Chile central, cercanos a los ríos Maipo, Mapocho y Cachapoal en Santiago y Rancagua ofrecen datos de colágeno óseo humano para cerca de 82 individuos (Falabella, et al. 2007; Sanhueza y Falabella, 2010, Tykot, et al. 2009). Estos incluyen poblaciones de sitios costeros, valles interiores y cordillera andina; y abarcan períodos temporales y culturales desde el Arcaico hasta el Tardío.

Recurso Faunístico	Contexto	Material	*n*	Media $\delta^{13}C$ ± 1SD (‰)	Min. – Max.	Media $\delta^{15}N$ ± 1SD (‰)	Min. – Max.
Herbivoros Terrestres	Arqueológico	Hueso	6	-19,5 ± 0,6	-20,2 a -18,6	5,0 ± 0,9	4,0 a 6,4
Lacustre (Interior)	Arqueológico	Hueso	1	-16,0		2,1	
Lacustre (Costa)	Arqueológico	Hueso	2	-22,9 ± 0,8	-23,4 a -22,3	7,1 ± 2,6	5,2 a 8,9
Mamífero Marino	Arqueológico	Hueso	1	-11,7		20,2	
Pez Marino	Arqueológico	Hueso	1	-14,9		12,7	
Pez Marino	Moderno	Hueso	4	-13,5 ± 1.7	-15,5 a -11,4	17,7 ± 1,1	16,0 a 18,5
Molusco Marino	Moderno	Carne	4	-15,3 ± 1.7	-17,2 a -13,2	16,0 ± 1,5	14,2 a 17,6

Tabla 2: Resumen de valores de isótopos estables de carbono y nitrógeno para la fauna de Chile central, adaptado de Falabella et al. (2007).

La limitada evidencia sobre las dietas durante el Arcaico para esta zona indica que los cazadores-recolectores de este período dependían de un ecosistema C3 (Sanhueza y Falabella, 2010). Una tendencia similar se observó en las Comunidades Alfareras Iniciales del Período Alfarero Temprano en Chile central, donde la evidencia isotópica del período Alfarero Temprano después del 200 dC aproximadamente, demuestra la práctica contemporánea de por lo menos dos estrategias de subsistencia terrestre diferentes en los sitios del interior, ligadas a menudo a los complejos culturales contemporáneos Bato y Llolleo descritos para esta zona. Los análisis isotópicos de los sitios que rodean los ríos Maipo, Mapocho y Cachapoal demostraron que Llolleo tuvo alguna aportación de cultígenos C4, mientras que Bato reveló resultados más variables, que sugieren una dependencia moderada de recursos marinos para algunos, mientras que otros consumieron una dieta terrestre C3 (Falabella, et al. 2007; Sanhueza y Falabella, 2010).

Los resultados isotópicos previos del Período Intermedio Tardío mostraron enriquecimiento significativo de δ13C en colágeno de hueso humano, lo que indica que el cultígeno dominante de elección fue el maíz (Falabella, et al. 2007). Así, el maíz siguió apareciendo en la dieta de los grupos del Periodo Tardío, aunque se redujo en proporción (valores más negativos de δ13C) y se mezcló con un mayor aporte de recursos C3 en comparación con el Período Intermedio Tardío (Falabella, et al. 2007).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestras

Se seleccionaron muestras de hueso humano de 24 individuos de la colección bioantropológica del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Tabla 3). Todos los restos óseos se encontraban altamente fragmentados. Con el fin de minimizar el daño a la colección, para los análisis de isótopos estables sólo se seleccionaron muestras de material ya fragmentado. El material muestreado proviene de varios sitios de la región de Valparaíso de Chile central. Los sitios incluyen el Periodo Alfarero Temprano (n = 19), el Intermedio Tardío (n = 3) y el Periodo Tardío (n = 2), los cuales provienen tanto de la costa (n = 12) como del valle interior (n = 12). Los sitios costeros se definen como aquellos situados a lo largo de la llanura costera y al oeste de la cordillera de la costa, mientras que los sitios de interior corresponden a los ubicados al este de la cordillera de la costa o más adentro del valle interior, y existe una distancia de aproximadamente 17 km desde la costa hasta el sitio interior más cercano incluido en este estudio (Villa Alemana). Cabe señalar que la información contextual disponible para las colecciones esqueléticas humanas es variable y, en algunos casos limitada, correspondiente sólo a la etiqueta de almacenamiento del museo.

2.2 Métodos

Cuando fue posible, se determinó sexo mediante la evaluación morfológica de los fragmentos de pélvis y de cráneo (Buikstra y Ubelaker, 1994). La edad se estimó en base a la erupción dental para subadultos (Al-Qahtani, et al. 2010) y a través de desgaste dental para adultos (Lovejoy, 1985).

Los análisis isotópicos estables de carbono y nitrógeno se realizaron en el Laboratorio de Investigación de Arqueología e Historia del Arte de la Universidad de Oxford. Primero, el colágeno se extrajo de las muestras de hueso utilizando un protocolo modificado de Longin (1971) y los fragmentos óseos se limpiaron mediante granallado con óxido de aluminio. Una vez listas, las submuestras fueron trituradas y desmineralizadas en HCl 0,5 M a 5 ° C durante varios días y la solución de HCl se cambió periódicamente hasta que las muestras dejaron de producir CO2 observable en reacción al ácido. Luego, las muestras desmineralizadas se colocaron en tubos sellados de pH 3 H2O y se gelatinizaron a 70ºC durante 48 horas. Finalmente, el sobrenadante se filtró para eliminar el residuo insoluble utilizando 45-90 µm Ezee-filtersTM y luego se liofilizó durante aproximadamente 48 horas.

Muestra	Sitio	Individuo*	Período (Cultura)	Entorno	Sexo	Edad	Elemento
16039	Las Brisas 3	1	PAT (Bato)	Costa	Indet.	Subadulto (~11.5 años)	Radio
16040	Las Brisas 10-14	1	PIT (Aconcagua)	Costa	F?	Adulto (35-40)	Fémur
16041	Las Brisas 10-14	2	PIT (Aconcagua)	Costa	F	Adulto (45-55)	Costilla
16042	Las Brisas 10-14	3	PIT (Aconcagua)	Costa	F	Adulto (45-55)	Tibia
16043	Concon, Camino Internacional+	1	PAT (Bato)	Costa	M	Adulto (45-55)	Fíbula
16044	Concon, Camino Internacional+	"individuo removido"	PAT (Bato)	Costa	Indet.	Adulto (40-50)	Cráneo
16045	Concon, Camino Internacional+	2	PAT (Bato)	Costa	F?	Adulto (45-55)	Costilla
16046	Papudo	nd	PAT#	Costa	F	Adulto (16-20)	Fémur
16047	Papudo	nd	PAT#	Costa	F?	Adulto	Cráneo
16048	Papudo	nd	PAT#	Costa	F	Adulto	Cráneo
16049	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enterratorio 2653	PAT (Llolleo)#	Interior	M	Adulto	Fíbula
16050	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enterratorio 2654	PAT (Llolleo)#	Interior	Indet.	Adulto (45-55)	Fémur
16051	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enterratorio 2655	PAT (Llolleo)#	Interior	Indet.	Adulto	Fémur
16052	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enteratorio 2655	PAT (Llolleo)#	Interior	M?	Adulto	Cráneo
16053	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enteratorio 2656	PAT (Llolleo)#	Interior	M?	Adulto	Cráneo
16054	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enteratorio 2657	PAT (Llolleo)#	Interior	Indet.	Adulto	Fémur
16055	Calle Ricardo, Santa Cruz	Enteratorio 2658	PAT (Llolleo)#	Interior	Indet.	Adulto	Fémur
16056	S-Bato 1	"Disturbado"	PAT (Bato)	Costa	Indet.	Adulto	Fémur
16057	S-Bato 1	1	PAT (Bato)	Costa	M?	Adulto (35-50)	Costilla
16058	Villa Alemana	1	PT (Aconcagua-Inka)	Interior	Indet.	Subadulto (16.5-19.5)	Tibia
16059	Villa Alemana	2	PT (Aconcagua-Inka)	Interior	Indet.	Adulto	Cráneo
16060	Las Chilcas	"Hallazgo 10"	PAT (Bato)	Interior	M	Adulto (45-55)	Cráneo
16061	Pocochay	1	PAT (Llolleo)#	Interior	M	Adulto (45-55)	Radio
16062	Pocochay	2	PAT (Llolleo)#	Interior	M?	Adulto (24-30)	Cráneo

Tabla 3: Detalle de las muestras de hueso humano de la colección bioantropológica del Museo de Historia Natural de Valparaíso. * Los números/ nombres aquí registrados son según las etiquetas asociadas a los restos. # Se han realizado atribuciones culturales y temporales para estas muestras basadas únicamente en las etiquetas del museo. + Estas muestras pueden referirse a dos sitios, Concon 11 o Camino Internacional, ubicados a 150m de distancia. Sin embargo, los restos están almacenados juntos sin ningún registro de cuál provenía de Concon 11 y cuál de Camino Internacional.

El colágeno se analizó usando un Espectrómetro de Masa de Relación Isotópica Sercon 20/22 en modo de flujo continuo. Todas las muestras se analizaron por duplicado para asegurar la reproducibilidad, con una precisión mayor que δ0,2 ‰. Se incluyeron normas internas del valor de alanina conocido a lo largo de las pruebas para permitir la corrección de la deriva. También se incluyeron estándares internos de colágeno de vaca y foca para la calibración de dos puntos de los resultados (Coplen, et al. 2006). Los valores isotópicos promediados se expresan en unidad por mil (‰) con respecto a los estándares internacionales para δ13C (VPDB) y δ15N (AIR).

Se utilizó IBM SPSS Statistics para Macintosh, versión 22.0 para todos los análisis estadísticos. Los datos se analizaron para verificar su normalidad usando las pruebas de Shapiro-Wilk, que determinaron el subsecuente uso de las pruebas paramétricas (prueba-t de Student) o no paramétricas (Mann-Whitney U) al comparar dos grupos. Además se emplearon pruebas de bilateridad, con $\delta = 0{,}05$.

Todas excepto una de las 24 muestras cumplieron criterios de calidad de colágeno aceptados, con rendimientos > 1% y C:N entre 2,9 y 3,6 (Tabla 4) (DeNiro, 1985; van Klinken, 1999), sólo una muestra de Villa Alemana (16058) poseía un valor inaceptablemente alto de 3,86, la cual se ha excluido del análisis posterior.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en la tabla 4 y en la figura 2, y se presentan por clasificación geográfica y temporal, junto con datos comparativos de las zonas de Santiago y Rancagua en la tabla 5. Existen diferencias significativas tanto para los valores δ13C como δ15N para los sitios costeros en comparación con los sitios de interior (p = 0,006 para δ13C, p = 0,001 para δ15N, test de Mann-Whitney U). Además, el rango de valores de δ15N de sitios costeros de Chile central (5,4 ‰ a 14,8 ‰, media 10,5 δ 1,9 ‰) es mucho menos elevado en comparación con los valores de δ15N de poblaciones altamente dependientes de recursos marinos de la región hiperárida del Norte Grande de Chile (ver Fig. 3) (Petruzzelli, et al. 2012; Roberts, et al. 2013; Santana-Sagredo, et al. 2016; Santana-Sagredo, et al. 2015). No obstante, los valores de δ15N y δ13C de este estudio sugieren que la dieta costera local incluyó una mezcla de recursos terrestres complementados con recursos marinos, particularmente aquellos de niveles tróficos inferiores tales como moluscos o algas marinas. Estos resultados son consistentes con la presencia de conchales arqueológicos registrados a lo largo de la costa (Carmona, et al. 2001; Seelenfreund y Westfall, 2000). En investigaciones isotópicas anteriores se observaron diferencias similares entre los grupos costeros e interiores de la zona central de Chile y, para el Período Alfarero Temprano, se interpretaron como evidencia de asentamientos en zonas ecológicas definidas, en lugar de un modelo de migración regular entre costa e interior (Falabella, et al. 2007).

Los valores de δ15N para los individuos de interior son bastante bajos. El valor promedio del colágeno de hueso humano para δ15N (5,9 δ 2,0 ‰) es similar a los medidos para herbívoros terrestres de la región (Lama guanicoe, media δ15N 5,0 δ 0,9 ‰) (Falabella, et al. 2007), en lugar de los +3.0 a 5.0% más altos que se esperaría si los seres humanos consumían regularmente carne de guanaco. Los bajos valores de δ15N observados en humanos pueden deberse a una ingesta insignificante de proteínas animales entre las poblaciones del interior, aunque esto iría en contra de la evidencia de los sitios arqueológicos, que incluyen restos de camélidos e instrumentos de caza (Falabella, et al. 2016; Ávalos y Saunier, 2011). Ahora, teniendo en cuenta la disponibilidad variada de porotos (Phaseolous spp.) y maní (Arachis hypogaea) en el centro de Chile (Pardo y Pizarro, 2013, Planella y Tagle, 2004), otra explicación plausible podría ser que las leguminosas fijadoras de nitrógeno que aparecen regularmente en la dieta local estén reduciendo los valores de colágeno óseo de δ15N en los consumidores.

Ahora bien, los resultados del material analizado tienen un amplio rango de δ13C (-20,4 ‰ a -11,4 ‰) que demuestra la variabilidad en las estrategias de subsistencia a lo largo del tiempo, con dietas que van desde una alta dependencia de C3 hasta una sustancial contribución de alimentos C4. Con base en las estimaciones anteriores de los rangos dietéticos para esta región (-20,1 ± 2,9 para una dieta 100% C3 y aproximadamente -4,7 ‰ para una dieta 100% C4), se puede estimar que el rango de valores de δ13C de este estudio incluyen dietas que van desde una dependencia de 100% de C3 en el Período de Alfarero Temprano (como las de Pocochay, donde δ13C = -20,4 ‰) hasta una contribución de aproximadamente 57% de los recursos de C4 a la porción de proteína de la dieta de la muestra del Período Tardío de Villa Alemana (δ13C = -11,4 ‰).

Se observa un marcado incremento en los valores de δ13C de las muestras del Período Alfarero Temprano al Período Intermedio Tardío y nuevamente al Período Tardío, lo que indica la creciente inclusión del maíz a través de períodos temporales sucesivos. Asimismo, se han registrado diferencias similares entre los grupos de la cuenca de Santiago y de Rancagua, lo que apoya la idea que las prácticas dietéticas son una característica definitoria entre diferentes grupos culturales en la prehistoria de la zona central (Falabella, et al. 2007).

Muestra	Sitio	Período (Cultura)	Entorno	Sexo	$\delta^{13}C$ (‰VPDB)	$\delta^{15}N$ (‰ AIR)	% Rendimiento	C:N	%N	%C
16039	Las Brisas 3	PAT (Bato)	Costa	Indet.	-17,9	11,7	7,6	3,25	15,7	43,7
16040	Las Brisas 10-14	PIT (Aconcagua)	Costa	F?	-13,5	5,4	7,6	3,23	13,3	36,8
16041	Las Brisas 10-14	PIT(Aconcagua)	Costa	F	-13,1	10,0	17,5	3,24	15,4	42,7
16042	Las Brisas 10-14	PIT (Aconcagua)	Costa	F	-13,5	9,4	4,5	3,31	12,6	35,7
16043	Concon, Camino Internacional	PAT (Bato)	Costa	M	-15,8	10,0	8,7	3,26	15,6	43,5
16044	Concon, Camino Internacional	PAT (Bato)	Costa	Indet.	-15,4	8,9	7,0	3,25	15,3	42,7
16045	Concon, Camino Internacional	PAT (Bato)	Costa	F?	-15,4	9,3	4,7	3,24	14,0	38,9
16046	Papudo	PAT	Costa	F	-16,9	9,8	5,4	3,25	15,1	42,2
16047	Papudo	PAT	Costa	F?	-16,3	14,5	4,4	3,21	15,4	42,3
16048	Papudo	PAT	Costa	F	-18,7	10,9	13,5	3,21	15,6	43,0
16049	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	M	-14,7	5,8	7,1	3,24	8,9	24,8
16050	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	Indet.	-19,3	5,0	3,5	3,21	12,6	34,7
16051	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	Indet.	-18,6	5,9	2,0	3,28	12,9	36,1
16052	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	M?	-19,5	4,0	1,8	3,58	3,3	10,2
16053	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	M?	-19,5	5,0	3,2	3,29	12,4	35,0
16054	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	Indet.	-19,1	5,2	5,4	3,24	11,6	32,3
16055	Calle Ricardo, Santa Cruz	PAT (Llolleo)	Interior	Indet.	-19,4	4,3	2,8	3,38	8,7	25,1
16056	S-Bato 1	PAT (Bato)	Costa	Indet.	-18,2	10,9	4,9	3,35	13,8	39,5
16057	S-Bato 1	PAT (Bato)	Costa	M?	-14,6	14,8	9,9	3,31	13,4	38,1
16058	Villa Alemana	PT (Aconcagua-Inka)	Interior	Indet.	*-16,0*	*4,2*	*1,4*	*3,86**	*1,6*	*5,2*
16059	Villa Alemana	PT (Aconcagua-Inka)	Interior	Indet.	-11,4	11,4	4,3	3,38	13,0	37,7
16060	Las Chilcas	PAT (Bato)	Interior	M	-19,0	7,6	2,7	3,33	9,4	26,9
16061	Pocochay	PAT (Llolleo)	Interior	M	-20,4	5,4	3,6	3,26	15,1	42,1
16062	Pocochay	PAT (Llolleo)	Interior	M?	-20,4	5,7	6,5	3,28	16,0	45,0

Tabla 4: Resultados de las muestras de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) estable de colágeno de hueso humano. * Se registra en cursiva la muestra con criterios de calidad de colágeno inaceptables.

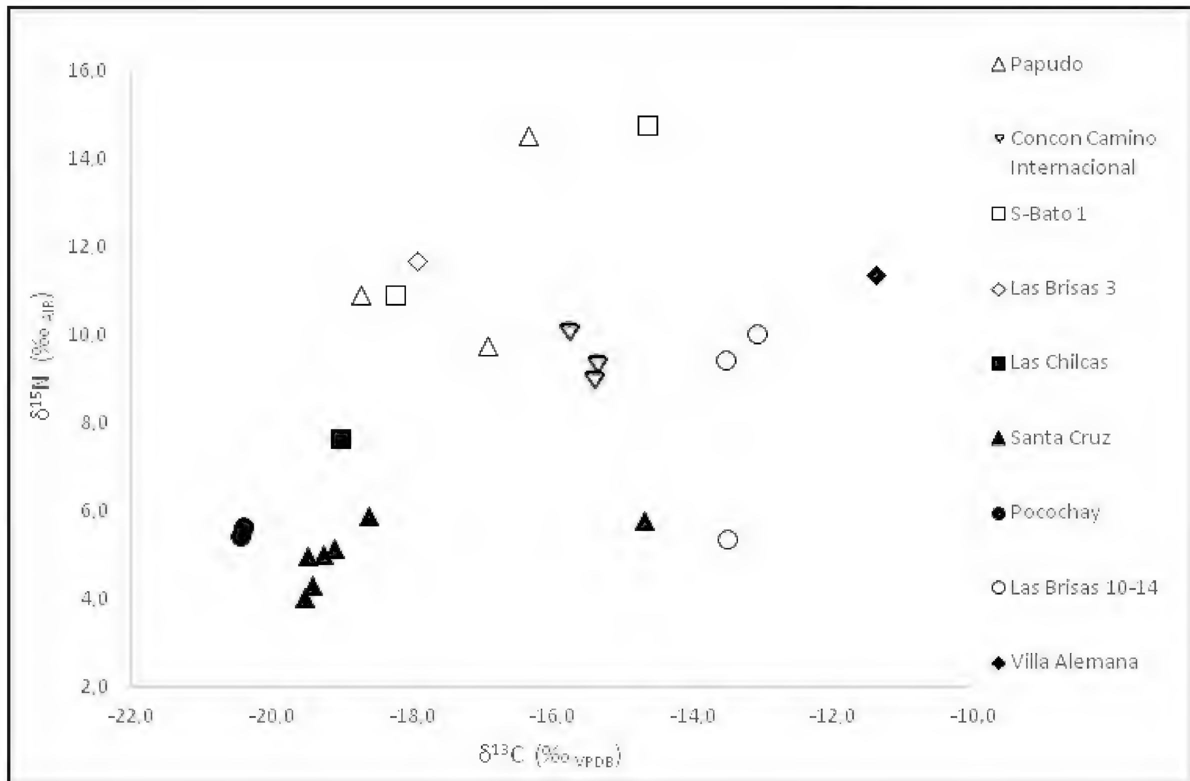


Figura 2: Resultados de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) estable de las muestras de colágeno de hueso humano representadas por sitio. Los símbolos vacíos representan los sitios costeros y los símbolos sólidos representan los entornos de interior.

Setting	Período Temporal	*n*	Media $\delta^{13}C$ ± 1SD (‰)	Min. – Max.	Media $\delta^{15}N$ ± 1SD (‰)	Min. – Max.
Este Estudio						
Costa	Periodo Alfarero Temprano	9	-16,6 ± 1,4	-18,7 a -14,6	11,2 ± 2,1	8,9 a 14,8
	Período Intermedio Tardío	3	-13,4 ± 0,2	-13,5 a -13,1	8,3 ± 2,5	5,4 a 10,0
Interior	Periodo Alfarero Temprano	10	-19,0 ± 1,6	-20,4 a -14,7	5,4 ± 1,0	4,0 a 7,6
	Período Tardío	1	-11,4		11,4	
*Estudios Previos**						
Costa	Arcaico	4	-18,7 ± 1,1	-19,8 a -17,6	10,2 ± 2,7	7,0 a 13,1
	Alfarero Temprano (Bato)	9	-18,0 ± 1,0	-19,9 a -16,6	9,8 ± 1,6	8,2 a 11,7
	Alfarero Temprano (Llolleo)	8	-15,0 ± 0,9	-16,2 a -13,5	10,6 ± 1,6	7,7 a 12,6
	Período Intermedio Tardío	8	-13,4 ± 1,9	-17,3 a -10,7	10,1 ± 2,2	8,1 a 14,3
Interior	Arcaico	4	-18,7 ± 0,6	-19,2 a -17,9	8,8 ± 3,9	3,9 a 7,6
	Alfarero Temprano (Comunidades Alfareras Iniciales)	6	-20,1 ± 0,3	-20,3 a -19,6	4,5 ± 0,7	3,8 a 5,5
	Alfarero Temprano (Bato)	2	-18,4 ± 1,9	-19,7 a -17,0	6,1 ± 0,4	5,8 a 6,3
	Alfarero Temprano (Llolleo)	12	-14,1 ± 1,5	-17,6 a -12,7	5,8 ± 0,8	4,9 a 7,5
	Período Intermedio Tardío	18	-11,6 ± 0,8	-12,8 a -10,3	6,7 ± 1,0	5,0 a 8,1
	Período Tardío	15	-13,1 ± 1,2	-15,3 a -10,5	5,9 ± 1,0	4,4 a 8,5

Tabla 5: Valores de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) estable para los períodos temporales y entorno geográfico de las muestras de colágeno óseo humano de la Región de Valparaíso. * Los valores isotópicos promediados de estudios anteriores adaptados de Falabella et al. (2007); Falabella et al. (2008); Sanhueza y Falabella (2010); Tykot et al. (2009).

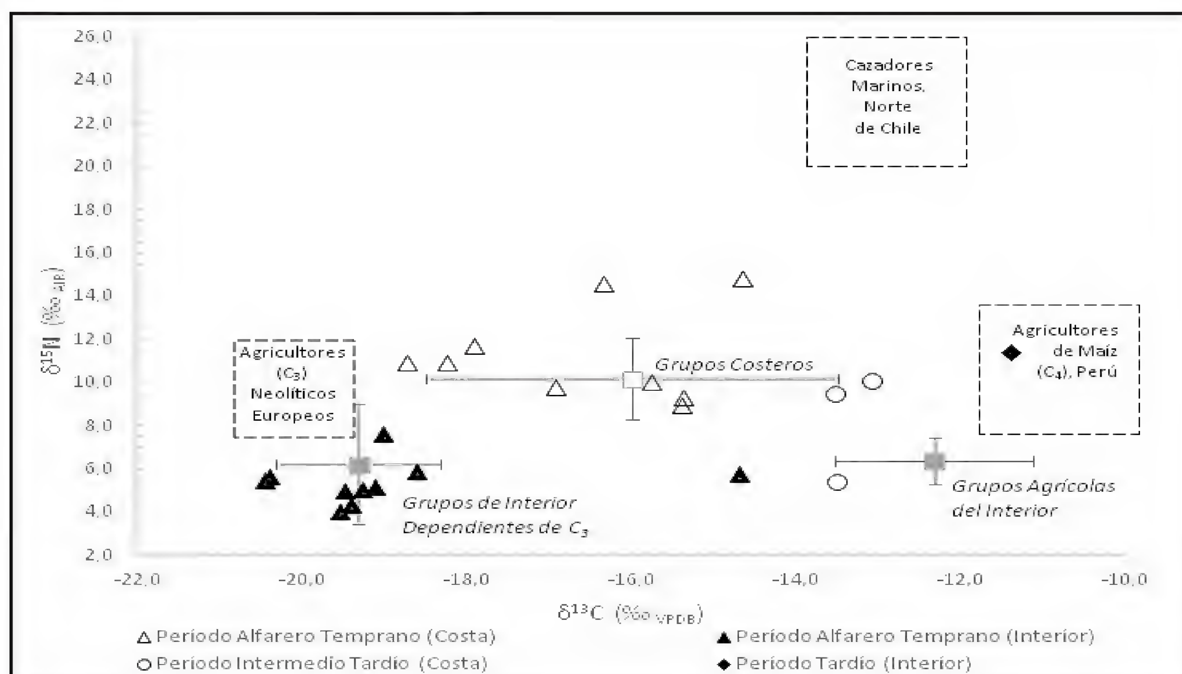


Figura 3: Resultados de carbono (δ13C) y nitrógeno (δ15N) estable de las muestras de colágeno de hueso humano de la Región de Valparaíso representadas por período temporal, acompañadas de ejemplos de dietas humanas en extremos del espectro δ13C y δ15N (C3, C4 , y marinas de alto nivel trófico) y datos comparativos de amplios grupos dietéticos identificados en las zonas vecinas de Santiago y Rancagua. Los valores medios δ 1SD se han calculado para estos grupos a partir de datos publicados previamente para el centro de Chile, combinando los sitios de los periodos del Arcaico y del Alfarero Temprano (Comunidades Alfareras Iniciales y Bato) para representar "grupos de interior dependientes de C3" para los "grupos costeros", y los datos combinados de los sitios interiores del Periodo Intermedio Tardío y del Período Tardío para representar "grupos agrícolas del interior" (después de Falabella, et al. 2007; Falabella, et al. 2008, Tykot et al ., 2009). Finalmente, los valores dietéticos comparados de agricultores europeos adaptados de Schulting (2015), cazadores marinos del norte de Chile de Roberts et al. (2013) y agricultores de maíz de Williams (2005) y Finucane et al. (2006).

3.1 Periodo Alfarero Temprano

No existen diferencias significativas entre los valores isotópicos de las muestras del Período Alfarero Temprano del interior de este estudio en comparación con el Período Alfarero Temprano del interior (ICC, Bato y Llolleo combinados) de las zonas de Santiago y Rancagua ($p = 0{,}154$ para δ13C y $p = 0{,}895$ para δ15N, pruebas t de student). Todas excepto una muestra (16049), tienen relativamente bajos los valores δ13C y δ15N manifestando una estrategia de subsistencia dependiente de C3, quedando dentro o cerca del rango combinado de los consumidores de C3 identificados (Período Arcaico, Comunidades Alfareras Iniciales y Bato) en Santiago y Rancagua.

Los registros del museo indican que Pocochay y Calle Ricardo Santa Cruz se atribuyen a la tradición Llolleo.

Pero cuando se comparan con los individuos Llolleo del interior de Santiago y Rancagua, los resultados isotópicos de los grupos Llolleo del valle del Aconcagua (Pocochay, Calle Ricardo Santa Cruz) son significatimente diferentes para δ13C ($p < 0{,}00001$, prueba de Mann - Whitney U), pero no δ15N ($p = 0{,}290$, prueba t de Student) (Falabella, et al. 2007). Llolleo de la zona de Santiago y Rancagua posee valores δ13C mucho más elevados como resultado de una dieta mixta de C3-C4 que coincide con el cultivo incipiente de maíz entre estos grupos. Sin embargo, hay un individuo entre las muestras de Calle Ricardo Santa Cruz (16049, δ13C = -14,6 ‰ y δ15N = 5.8 ‰) cuyos resultados isotópicos caen dentro del mismo rango de Llolleo de C3-C4 que se conoce más al sur.

Los resultados de Pocochay y Calle Ricardo Santa Cruz en el valle del Aconcagua pueden representar grupos Llolleo muy tempranos correspondientes a una etapa en el Período Alfarero Temprano cuando los cultígenos C4 aún no se explotaban significativamente, o alternativamente pueden representar una persistencia prolongada de estrategias de subsistencia de cazadores-recolectores y dependencia primaria de los recursos C3 en la región de Valparaíso en comparación con los grupos contemporáneos de Santiago y Rancagua. Sin más información contextual para los sitios de Pocochay y Calle Ricardo Santa Cruz, particularmente respecto a la duración de la ocupación de estos sitios y la edad de

los entierros, es difícil especular sobre la razón de la diferencia entre la dieta de bajo nivel trófico C3 para la mayoría de estos individuos en comparacion con otros trabajos isotópicos anteriores de sitios Llolleo.

A diferencia de otros sitios del período Alfarero Temprano del interior de la colección bioantropológica del MHNV, los entierros recuperados de Las Chilcas se han atribuido a las primeras etapas de la tradición Bato (Hermosilla, 1994). Un individuo de este sitio que fue incluido en este estudio (16060), evidentemente su dieta estaba basada en C3. Sin embargo, el δ15N (7,6 ‰) de este individuo es más elevado que los de otros sitios del Período de Alfarero Temprano en el interior (Pocochay y Calle Ricardo Santa Cruz). El δ15N levemente más elevado en este individuo puede reflejar la explotación regular de herbívoros salvajes; en los sitios Bato de Chile central es común registrar una mayor frecuencia de instrumentos de caza, particularmente puntas líticas, piedras de moler en sitios Llolleo, lo que sugiere que los Bato eran los cazadores más activos de estos dos grupos culturales (Falabella, et al. 2016). Asimismo, se registraron varias puntas de proyectil durante la excavación en Las Chilcas, junto con restos de semillas y plantas, así como la presencia de algunos moluscos marinos (Hermosilla, 1994).

Los resultados de las muestras costeras del Período Alfarero Temprano de este estudio se encuentran principalmente dentro de los mismos rangos δ13C y δ15N que los datos publicados para grupos costeros en Chile central (Falabella, et al. 2007). Sin embargo, se observa que, en promedio, estos valores de δ13C son intermedios respecto a los datos para Chile central en general cuando se examinan por afiliación cultural (Bato y Llolleo). Los sitios Concon, Camino Internacional, Las Brisas 3 y S-Bato 1 se han atribuido al complejo cultural de Bato (Carmona, et al. 2001; Seelenfreund y Westfall, 2000; Novoa, 1999; Hurtado, 2003), pero los resultados de δ13C para los sitios PAT costeros en este estudio son significativamente diferentes de los resultados publicados anteriormente para ambos Bato costero (p = 0,027, t de Student) y Llolleo costero (p = 0,017, t de Student).

A excepción del sitio Las Brisas 3, ubicado cerca de la desembocadura del río Maipo, los sitios costeros del Período Alfarero Temprano de este estudio se encuentran mucho más al norte, alrededor de los ríos Aconcagua y La Ligua. Se han registrado restos de plantas y semillas silvestres de C3 en fogones de sitios costeros del Periodo Alfarero Temprano alrededor de la desembocadura del Aconcagua, así como cantidades significativas de hueso de Lama guanicoe (Carmona, et al. 2001). Los conchales arqueológicos incluyen varias especies de moluscos marinos, peces, aves marinas y lobos marinos (Otaria flavescens) (Seelenfreund, 2006; Seelenfreund y Westfall, 2000; Carmona, et al. 2001). Ademas, la frecuencia relativa y la variedad de especies marinas en estos sitios sugieren que la recolección de moluscos y la pesca son importantes medios de subsistencia para estos grupos.

3.2 Periodo Intermedio Tardío

Las muestras del Período Intermedio Tardío están representadas por tres individuos del sitio costero de Las Brisas 10-14, asociado al complejo cultural Aconcagua. Los datos isotópicos publicados anteriormente para el Período Intermedio Tardío de la costa central de Chile incluyen seis individuos de este mismo sitio, y dos de sitios cercanos, en Tejas Verdes 5 y Santo Domingo 1 (Falabella, et al. 2007). En este estudio, los valores de δ13C y δ15N para los tres individuos costeros del Período Intermedio Tardío coinciden con los resultados anteriores para este período y entorno, y no muestran diferencias estadísticamente significativas (δ13C p = 0,971, δ15N p = 0,279, t de Student).

Los resultados de Las Brisas 10-14 revelan valores δ13C más elevados comparados con las muestras del Período Alfarero Temprano. Estos resultados son consistentes con la mayor dependencia del maíz como cultivo básico durante el Período Intermedio Tardío. A pesar de estar localizado en la costa, uno de los individuos de este sitio (16040), con menor valor δ15N, parece haber estado consumiendo una dieta en gran parte terrestre. Además, los valores isotópicos para este individuo (δ13C = -13,5; δ15N = 5,4) corresponden estrechamente a los de grupos agrícolas del interior de los ríos Maipo y Mapocho durante el Período Tardío (Falabella, et al. 2008). Una posible explicación para el bajo valor δ15N de este individuo es que pudo haber vivido previamente en el valle interior y haber consumido una dieta de esa zona, y sólo más recientemente habría llegado al entorno costero de Las Brisas, ubicado cerca de la desembocadura del río Maipo. Si el traslado de este individuo a la costa fue reciente, la dieta de la zona interior todavía se reflejaría en los valores isotópicos de su colágeno óseo, que se refieren a los últimos varios años de la vida.

Los otros dos individuos de Las Brisas 10-14 tienen niveles de δ15N más consistentes con otros sitios costeros de este estudio y con Chile central en general, indicativo de una dieta que incorpora algunos recursos marinos. Esta dieta estaría basada en el maíz y complementada por algunos alimentos marinos, lo cual se corresponde con el cambio conocido hacia una mayor dependencia del maíz durante este período, como tambien con la presencia de conchales que contienen

varias especies de moluscos registrados durante la excavación de este sitio (Hurtado, 1999, Seelenfreund, et al. 2000, Westfall, 1999).

3.3 Periodo Tardío

Sólo hubo una muestra del Período Tardío, del sitio interior Villa Alemana, que dio resultados para este estudio. El contexto de este entierro y el sitio arqueológico en general lo asocian con influencia Aconcagua-Inka y Diaguita-Inka como se observa en la cultura material, particularmente en la ofrenda funeraria de vasijas de cerámica (Vera Villarroel, 1985; Leguás Contreras, 2013). Los valores δ13C y δ15N para este individuo son indicativos de una dieta dependiente de recursos C4. De hecho, los datos isotópicos para este entierro de Villa Alemana del Período Tardío se encuentran dentro del rango de los reportados para los productores de maíz en Horizonte Medio Perú (Finucane, et al. 2006).

Tanto el valor δ13C (-11,4 ‰), y particularmente δ15N (11,4 ‰), son algo diferentes a los valores promedio observados para el Período Tardío en el área de Santiago (δ13C = 13,1 δ1.2 ‰ y δ15N = 5,9 δ 1,0 ‰) (Falabella, et al. 2008). El valor de δ15N para este individuo es el más elevado de todos los sitios del interior y sugiere una mayor ingesta de proteína animal alimentada con C4, proteína marina o ambas. Este individuo había alcanzado la edad adulta, por lo que cualquier impacto del efecto de la lactancia en el elevado δ15N puede ser descartado. A pesar de que Villa Alemana no es un sitio costero, se encuentra a unos 18 km del océano en el borde occidental de la cordillera de la costa, lo que puede haber facilitado el acceso a recursos costeros. En tanto el valor δ13C para este individuo es el más alto de todas las muestras analizadas de la colección de MHNV e indica una explotación sustancial de C4, posiblemente con algún aporte adicional de los recursos marinos.

Los datos isotópicos previos han revelado una reducción en la proporción de recursos de C4 en la dieta del Período Tardío en comparación con el Período Intermedio Tardío. En este estudio se observa una potencial diferencia en los patrones de consumo de maíz durante el Período Tardío entre la región de Valparaíso y las zonas de Santiago y Rancagua, lo que puede tener implicaciones relacionadas con la administración del imperio Inka en Chile central y con el control estatal de producción o suministro del maíz dentro del imperio. Sin embargo, con sólo una muestra del Período Tardío de esta colección, no es posible aseverar si los elevados valores de δ13C y δ15N de este individuo representan un aumento general en el consumo de maíz en la región de Valparaíso durante el Período Tardío y que puedan, a su vez, representar diferentes prácticas dietéticas durante este periodo en comparación con la región de Santiago, o bien se trata de sólo un individuo con valores δ13C y δ15N excepcionalmente elevados para este entorno geográfico y temporal.

CONCLUSIONES

Los resultados aquí presentados proporcionan evidencia a partir de análisis isotópico estable (δ13C y δ15N de colágeno óseo humano) para prácticas dietéticas desde el Período Alfarero Temprano hasta el Período Tardío de sitios costeros e interiores en la región de Valparaíso, Chile central. Los análisis de las muestras de la colección bioantropológica del MHNV demuestran variabilidad en las prácticas dietéticas y la explotación de recursos en diferentes contextos temporales y geográficos, particularmente en lo que respecta al consumo de C4 o de recursos marinos.

Se observaron diferencias entre las dietas de los individuos de sitios costeros en comparación con los sitios de interior. Donde el valor moderadamente elevado de δ15N y δ13C para las muestras costeras indica que los habitantes de esta zona estaban incluyendo algunos recursos marinos junto con los recursos terrestres en sus dietas, muy probablemente de niveles tróficos más bajos, como los moluscos. Por otro lado, los bajos valores δ15N para los grupos del interior sugieren una dieta terrestre, que pudo haber sido baja en proteínas animales o que incluyó el consumo regular de leguminosas fijadoras de nitrógeno. La amplia gama de valores de δ13C para estas muestras también manifiesta las diferentes prácticas dietéticas entre las muestras incluidas en el estudio, y particularmente apunta hacia una creciente inclusión del maíz en la dieta a lo largo del tiempo.

Estos resultados apoyan de manera general muchas de las conclusiones de la investigación isotópica anterior realizada en las áreas de Santiago y Rancagua (Falabella, et al. 2007; Falabella, et al. 2008). Sin embargo, se observaron algunas potenciales diferencias en los patrones dietéticos de esta región, los cuales pueden ser explorados de manera útil a través de nuevos análisis isotópicos con muestras adicionales dentro de la región de Valparaíso. Por ejemplo, todas excepto una de las muestras del Período Alfarero Temprano, incluyendo aquellas identificadas por los registros del museo como pertenecientes a la tradición Llolleo, mantuvieron una dieta terrestre fuertemente dependiente de C3, mientras que los datos isotópicos de los grupos Llolleo de Santiago y Rancagua indican que fueron ya adoptando maíz en sus dietas, como lo demuestran los valores más intermedios de δ13C (C3-C4). Se sugiere que las muestras del PAT incluidas en este estudio son de las

primeras etapas de la tradición de Llolleo, antes de una transición al cultivo de maíz, o bien representan una persistencia más prolongada de la dependencia de C3 en esta región.

Finalmente, aunque sólo se incluyó una muestra del Período Tardío en este estudio, los resultados de este individuo indicaron una dieta más dependiente del maíz en contraste con los patrones dietéticos previamente observados en las cuencas de Santiago y Rancagua, donde se observó una clara disminución del maíz en la proporción global de la dieta durante este período. El análisis isotópico adicional, junto con información contextual y datación absoluta de material de otros sitios en el área ayudará a aclarar algunos de estos hallazgos iniciales respecto a las prácticas dietéticas prehispánicas en la región de Valparaíso, zona central de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al MHNV por brindar acceso a sus colecciones y al CMN por aprobar este tipo de análisis en la región de Valparaíso. Damos las gracias a Rick Schulting por su orientación sobre este artículo y también agradecemos a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios. Finalmente, agradecer al Clarendon Fund, al Jesus College (Oxford), y a la Asociación de Alumnos de la Universidad de Bond quienes gentilmente financiaron esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

AlQahtani, S. J., Hector, M. P. y Liversidge, H. M. 2010. Brief Communication The London Atlas of Human Tooth Development and Eruption. American Journal of Physical Anthropology (142): 481-490.

Ambrose, S. H. y Norr, L. 1993. Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotoped Ratios of Whole Diet and Dietary Proptein to Those of Bone Collagen and Carbonate. En: Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level (Lambert, J. B. and Grupe, G.). Berlin: Springer-Verlag, pp. 1-37.

Arriagada, C. y Oyanedel, J. 2014. Paleopatología Oral y Desgaste Oclusal en Grupos Bato, Aconcagua y Aconcagua-Inka en el Valle del Río Aconcagua, Zona Central de Chile: Aproximación a la Dieta Durante el Periodo Alfarero Temprano, Intermedio Tardío y Tardío. Facultdad de Ciencias Sociales, Departamento de Sociología y Antropología. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.

Ávalos, H. 2005. Rescate Sitio Arqueológico Quebrada "El Membrillar I". Proyecto: Estudio y Manejo Arqueológico de Area Patio Almacenamiento Temporal Viña del Mar, Chile.

Ávalos, H. 2007. Sitio Arqueológico Fundo Esmeralda – Quillota. Quillota, Chile: Museo Histórico Arqueológico de Quillota.

Ávalos, H. y Saunier, A. 2011. Antecedentes Arqueólogicos en la Cuenca del Aconcagua: 1966 a 2011. En: Arqueología e Historia del Curso Medio e Inferior del Río Aconcagua Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, pp. 43-111.

Bambach, N., Meza, F., et al. 2013. Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. Regional Environmental Change (13): 1245-1257.

Becker, C. 1994. Desde el Período Alfarero Temprano al Medio/Tardío a Través de la Lectura de sus Restos Faunísticos. Actas Coloquio Estrategias Adaptativas en Poblaciones Costeras de la Region Centro Sur y Extremo Sur de Chile. Museo Regional de la Araucania, Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, pp. 41-52.

Belmar, C., Quiroz, L. y Albornoz, X. 2013. Microfósiles Asociados al Contenido de Piezas Cerámicas Procedentes de los Sitios Estadio de Quillota, El Tártaro y Pocuro 11. Proyecto FONDECYT 1090680. Chile.

Bocherens, H. y Drucker, D. 2003. Trophic level isotopic enrichments for carbon and nitrogen in collagen: case studies from recent and ancient terrestial ecosystems. International Journal of Osteoarchaeology (13): 46-53.

Bogaard, A., Fraser, R., et al. 2013. Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. Proceedings of the National Academy of Sciences (110): 12589-12594.

Bogaard, A., Heaton, T, et al. 2007. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaesological implications for reconstruciton of diet and crop management practices. Journal of Archaeological Science (34): 335-343.

Buikstra, J. E. y Ubelaker, D.1994. Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archaeological Survey Report Number 44.

Carmona, G., Avalos, H., et al. 2001 Consolidación del Complejo Cultural Bato en la Costa Central de Chile (Curso Inferior del Rio Aconcagua): Sitio Los Eucaliptus. Boletin de la Sociedad Chilena de Arqueología (31): 13-25.

Coplen, T., Brand, W., et al. 2006. New guidelines for d13C measurements. Analytical Chemistry (78): 2439-2441.

Coros, C. y Coros, C. 1999. El camino del inca en la cordillera de Aconcagua. El Chaski (1): 5-80.

DeNiro, M. 1985. Postmortem preservation and alteration of in-vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstructions. Nature (317): 806-809.

Falabella, F., Cornejo, L., et al. 2015. Trends in thermoluminesence date distributions for the Agnostura micro region in Central Chile. Quaternary International, (356): 27-38.

Falabella, F., Pavlovic, D., Planella, M. y Sanhueza, L. 2016. Diversidad y heterogeneneidad cultural y social en Chile Central durante los periodos Alfarero Temprano e Intermedio Tar-

dio (300 años a.C. a 1.450 años d.C.). En: Prehistoria en Chile: Desde sus primeros habitantes hasta los Incas (Falabella, F., Uribe, M., Sanhueza, L., Aldunate, C. and Hidalgo, J.). Santiago de Chile: Editorial Universitaria. pp. 365-400.

Falabella, F., Planella, M., et al. 2007. Dieta en Sociedades Alfareras de Chile Central: Aporte de Analisis de Isotopos Estables. Chungara, Revista de Antropologia Chilena (39): 5-27.

Falabella, F., Planella, M. y Tykot, R. 2008. El Maíz (Zea Mays) en el Mundo Prehispánico de Chile Central. Latin American Antiquity (19): 25-46.

Falabella, F. y Stehberg, R. 1989. Los inicios del desarrollo agrícola y alfarero: zona central (300 a.C. a 900 d.C.). En: Culturas de Chile: Prehistoria (Hidalgo, J., Schiappacasse, V., Niemeyer, H., Aldunate, C. and Solimano, I.). Santiago: Editorial Andrés Bello. pp. 295-311.

Finucane, B., Agurto, P. e Isbell, W. H. 2006. Human and animal diet at Conchopata, Peru: stable isotope evidence for maize agriculture and animal management practices during the Middle Horizon. Journal of Archaeological Science (33): 1766-1776.

Fraser, R., Bogaard, A., et al. 2011. Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices. Journal of Archaeological Science (38): 2790-2804.

Handley, L. y Raven, J. 1992. The use of natural abundance of nitrogen isotopes in plant physiology and ecology. Plant, Cell and Environment (15): 965-985.

Hedges, R., Clement, J., Thomas, et al. 2007. Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. American Journal of Physical Anthropology (133): 808-816.

Henríquez, M. 2006. Desgaste Oclusal, Patología Dental y Dieta en Poblaciones Prehispánicas de Chile Central: Desde el Arcaico al Período Intermedio Tardío. Facultad de Ciencas Sociales, Departamento de Antropología. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Hermosilla, N. 1994. Alera Las Chilcas 1: 3.000 Años de Secuencia Ocupacional. Actas del II Taller de Arqueología de Chile Central. 15 p.

Hurtado, P. 2003. Informe preliminar: Primeras medidas de mitigación plan de manejo arqueológico sitios No3, No10-14, No15. Proyecto Las Brisas de Santo Domingo Sur, V Región de Valparaíso. Santiago de Chile: Ciprés Consultores Ltda.

Jenny, B., Valero-Garcés, B., et al. 2002. Moisture changes and fluctuations of the Westerlies in Mediterranean Central Chile during the last 2000 years: The Laguna Acuelo record (33o51'S). Quaternary International (87): 3-18.

Keeling, C. 1979. The Suess effect: 13Carbon-14Carbon interrelations. Environment International (2): 229-300.

Leguás Contreras, B. 2013. El Camino del Inka en Villa Alemana: aproximaciones para determinar su trazado original y la arqueología local. El Boletín Histórico de la Provincia de Marga-Marga, (8): 1-35.

Longin, R. 1971. New method of collagen extration for radiocarbon dating. Nature (230): 241-242.

Lovejoy, C.1985. Dental Wear in the Libben Population: Its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age at Death. American Journal of Physical Anthropology (68): 47-57.

Moreira-Muñoz, A. 2011. Plant Geography of Chile. Santiago de Chile: Springer.

Novoa, X. 1999. Excavación de pozos de sondeo a 16 sitios arqueológicos identificados en el área de impacto directo del proyecto inmobiliario Las Brisas Sur de Santo Domingo. Provincia de San Antonia. V Región. Sociedad de Desarrollo Inmobiliario S.A. Proyecto Las Brisas Sur de Santo Domingo Informe de Estudios Preliminares del Patrimonio Cultural.

Núñez, L., Jackson, D., et al. 2016. Cazadores-recolectores tempranos y los primeros poblamientos en Chile hacia finales del Pleistoceno (ca. 13.000 a 10.000 años a.p.). En: Prehistoria en Chile: Desde sus primeros habitantes hasta los Incas (Falabella, F., Uribe, M., Sanhueza, L., Aldunate, C. y Hidalgo, J.). Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 71-116.

Pardo, O. y Pizarro, J. 2013. Chile: Plantas alimentarias Perhispánicas. Arica: Ediciones Parina.

Pate, F. y Anson, T. 2008. Stable nitrogen isotope values in arid-land kangaroos correlated with mean annual rainfall: potential as a palaeoclimatic indicator. International Journal of Osteoarchaeology (18): 317-326.

Petruzzelli, B., Roberts, A., et al. 2012. Stable Carbon and Nitrogen Isotopic Analysis of Skeletal Remains From Azapa 71 and Pica 8, Northern Chile: An Assessment of Human Diet and Landscape Use in the Late Holocene. Journal of the Anthropological Society of South Australia (35): 52-80.

Planella, M., Falabella, F. y Belmar, C. 2014. Huertos, Chacras y Sementeras. Plantas Cultivadas y Su Participación en los Desarrollos Culturales de Chile Central. Spanish journal of American Anthropology (44): 495-522.

Planella, M., López, M. y Bruno, M. 2015. Domestication and Prehistoric Distribution. En: State of the art report on quinoa around the world in 2013 (Bazile, D., Bertero, D. and Nieto, C.). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 29-41.

Planella, M. y Tagle, B. 2004. Inicios de Presencia de Cultígenos en la Zona Central de Chile, Períodos Arcaico y Agroalfarero Temprano. Chungará Revista de Antropología Chilena (Volumen Especial Tomo I): 387-399.

Quiroz, L. y Belmar, C. 2004. Estrategias de explotación de recursos vegetales: evidencia arqueobotánica de tres sitios de la región central de Chile: Radio Estación Naval, El Cebollar y Lonquén (E 80-4). Chungará Revista de Antropología Chilena, (Volumen Especial Tomo II): 1109-1119.

Reed, D. 1994. Ancient Maya diet at Copan, Honduras, as determined through the analysis of stable carbon and nitrogen isotopes. En: Paleonutrition: The Diet and Health of Prehistoric Americans (Sobolik, S. D.). Centre for Archaeological Investigations, Carbondale: University of Southern Illinois. pp. 210-221.

Rivas, P. y González, J. 2008. Las Brisas-3, sitio agroalfarero temprano en Santo Domingo. V Región, Chile. Clava, (7): 27-49.

Roberts, A., Pate, F, et al. 2013. Retention of Hunter-Gatherer Economies Among Maritime Foragers from Caleta Vitor, Northern Chile, During the Late Holocene: Evidence from Stable Carbon and Nitrogen Isotopic Analysis of Skeletal Remains. Journal of Archaeological Science (40): 2360-2372.

Sánchez, R. 2003. El fin de la cultura Aconcagua y su relación con el Tawantinsuyu. Actas del IV Congreso Chileno de Antropología. Santiago: Colegio de Antopólogos de Chile. pp. 1432-1437.

Sanhueza, L. y Falabella, F. 1999. Las comunidades alfareras iniciales en Chile central. Revista Chilena de Antropología (15): 29-47.

Sanhueza, L. y Falabella, F. 2010. Analysis of Stable Isotopes: From the Archaic to the Horticultural Communities in Central Chile. Current Anthropology (51). 127-136.

Sanhueza, L., Vásquez, M. y Falabella, F. 2003. Las Sociedades Alfareras Tempranas de la Cuenca de Santiago. Chungará Revista de Antropología Chilena (35). 23-50.

Sanhueza Riquelme, L. 2016. Comunidades Prehispanas de Chile Central: Organización Social e Ideología (0-1200 d.C.). Santiago: Editorial Universitaria.

Santana-Sagredo, F., Hubbe, M. y Uribe, M. 2016. Isotopic Evidence for Marine Consumption and Mobility in the Atacama Desert (Quillaga, Northern Chile). International Journal of Osteoarchaeology (26): 476-489.

Santana-Sagredo, F., Lee-Thorp, J., et al. 2015. Isotopic Evidence for Divergent Diets and Mobility Patterns in the Atacama Desert, Northern Chile, During the Late Intermediate Period (AD 900-1450). American Journal of Physical Anthropology (156): 374-387.

Schoeninger, M. y DeNiro, M.1983. Stable nitrogen isotope ratios of bone collagen refelct marine and terrestrial components of prehistoric human diet. Science (220): 1381-1383.

Schoeninger, M. y DeNiro, M. 1984. Nitrogen and carbon isotope composition in bone collagen from marine and terrestrial animals. Geochimica et Cosmochimica Acta (48): 625-639.

Schulting, R. 2015. Stable Isotopes and Neolithic Subsistence: Pattern and Variation. En: The Oxford handbook of neolithic Europe (Fowler, C., Harding, J. and Hofmann, D.). Oxford: Oxford University Press, pp. 361-384.

Schulting, R. In press. Dietary shifts at the Mesolithic-Neolithic transition in Europe: an overview of the stable isotope data. En: Oxford Handbook of the Archaeology of Diet (Lee-Thorp, J. and Katzenberg, M. A.). Oxford: Oxford University Press.

Schulting, R. J. y Hamilton, J. 2012. Stable carbon and nitrogen isotope analysis of human and faunal remains from Champ-Durand à Nieul-sur-l'Autize, Vendée. En: Le site néolithique de Champ-Durand à Nieul-sur-l-Autise (Vendée) (Joussaume, R.). Chauvigny: Association des Publications Chauvinoises, pp. 527-538.

Seelenfreund, A. 2006. Informe final: rescate sitio arqueológico C-Bato 3, Comuna Quintero (V Región de Valparaíso). Proyecto Terminal de Productos Importados. Santiago de Chile.

Seelenfreund, A., Baudet, D., et al. 2000. Análisis de los antecedentes de las excavaciones de pozos de sondeo y de los materiales excavados en julio 1999 en la localidad de Las Brisas Sur, Santo Domingo (V Región). Proyecto Inmobiliario Las Brisas Sur. Gestion Ambiental Consultores.

Seelenfreund, A. y Westfall, C. 2000. Un aporte de los estudios de impacto ambiental: Dos nuevos fechados para la costa central de Chile, localidad del Bato (V Región). Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología (30): 10-16.

Smith, B. y Epstein, S. 1971. Two Categories of 13C/12C Ratios for Higher Plants. Plant Physiology (47): 380-384.

Szpak, P., Millaire, J., et al. 2012. Influence of seabird guano and camelid dung fertilization on the nitrogen isotopic composition of field-grown maize (Zea mays). Journal of Archaeological Science (39): 3721-3740.

Tieszen, L., Boutton, T., et al. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for d13C analysis of diet. Oecolgia (57): 32-37.

Tieszen, L. y Fagre, T. 1993. Effect of Diet Quality and Composition on the Isotopic Composition of Respiratory CO2, Bone Collagen, Bioapatite, and Soft Tissues. En: Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level (Lambert, J. B. and Grupe, G.). Berlin: Springer-Verlag, pp. 121-155.

Tykot, R., Falabella, F., et al. 2009. Stable Isotopes and Archaeology in Central Chile: Methodological Insights and Interprative Problems for Dietary Reconstruction. International Journal of Osteoarchaeology (19): 156-170.

Uribe, M. y Sánchez, R. 2016. Los incas en Chile. Aportes de la arqueología chilena a la historia del Tawantinsuyo (ca. 1.400 a 1.536 años d.C). En: Prehistoria en Chile: Desde sus primeros habitantes hasta los Incas (Falabella, F., Uribe, M., Sanhueza, L., Aldunate, C. y Hidalgo, J.). Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 529-572.

Van Klinken, G. 1999. Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. Journal of Archaeological Science (26): 687-695.

Vera Villarroel, J. 1985. Excavación de salvataje en Quilpué, Chile Central. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (16): 5-14.

Villa-Martínez, R., Villagrán, C. y Jenny, B. 2003. The last 7500 cal yr B.P of westerly rainfall in Central Chile inferred from a high-resolution polled record from Laguna Aculeo (34S). Quaternary Research (60): 284-293.

Villagrán, C. y Varela, J. 1990. Palynological Evidence for Increased Aridity on the Central Chilean Coast during the Holocene. Quaternary Reserach (34): 198-207.

Westfall, C. 1999. Informe de línea de base arqueológica. Proyecto Inmobiliario: Las Brisas 2, Santo Domingo, Quinta Región. Santiago de Chile: Andalué Consultores.

Williams, J. 2005. Investigating diet and dietary change using the stable isotopes of carbon and nitrogen in mummified tissues from Puruchuco-Huaquerones, Perú. Department of Archaeology. Calgary: University of Calgary.

Williams, J., Stronge, S., et al. 2017. Examining chronological trends in ancient Maya diet at Minanha, Belize, using stable isotopes of carbon and nitrogen. Latin American Antiquity (28): 269-287.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO
Volumen 30, 2017. Páginas 39-45
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

HÁBITAT DEL GONFOTERIO (GOMPHOTHERIIDAE) DE CASABLANCA (33ºS; REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE)

Erwin González-Guarda[1,2,3], *Alia Petermann-Pichincura*[1,4]
Viviana Watkins Pastor[5], *Omar Recabarren Jara*[1,2]

Resumen: El registro fósil de los gonfoterios en Chile abarca desde los 31ºS (Los Vilos) hasta los 42ºS (Isla de Chiloé). Hasta el momento, el rango cronológico de los gonfoterios por datación de radiocarbono, oscila entre 30.000 y 12.000 años (calibrados). El objetivo de este trabajo fue interpretar el hábitat del gonfoterio de Casablanca utilizando isótopos estables. El colágeno (δ15N; δ13C) de la raíz molar y la bioapatita (δ13C; δ18O) del esmalte dental indican un hábitat semi-abierto, caracterizado por una vegetación adaptada a la aridez. Desafortunadamente, no existe datación por radiocarbono para la muestra, sin embargo, de acuerdo con la interpretación del ambiente realizada en este estudio, probablemente el individuo de Casablanca vivió bajo un hábitat similar al de hoy.

Palabras claves: Hábitat, Isótopos Estables.

Abstract: The fossil record of gomphotheres in Chile ranges from 31ºS (Los Vilos) to 42ºS (Chiloé) with a chronological range spanning from 30 to 12 cal kyr BP. The main aim of this work was to interpret the habitat of a gomphothere from the Casablanca area in central Chile using stable isotopes. The collagen in molar root (δ15N; δ13C) and bioapatite in dental enamel (δ13C; δ18O) indicated a semi-open habitat characterized by a vegetation adapted to aridity. According to the environmental reconstruction presented in this study, this particular individual probably lived under a habitat similar environmental conditions to current ones, although radiocarbon dating for the sample is not yet available.

Keywords: habitat, Stable Isotopes.

1 Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
2 Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, Spain.
3 Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolucio Social (IPHES), C. Marcel-lí Domingo s/n, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain.
4 Area de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain
5 Unidad Especial de Identificación Forense. Av. LA PAZ 1012, Santiago, Chile

INTRODUCCIÓN

Los gonfoterios representan uno de los mayores registros de mamíferos fósiles del Pleistoceno tardío de Chile, localizados entre los 31ºS–42ºS (González-Guarda, et al. 2017). Sin embargo, hace aproximadamente 10.000 años calibrados antes del presente (AP), los gonfoterios y el 100% de la megafauna se extinguió en Chile y América del Sur (Cione, et al., 2009).

Para estudiar la dieta y el ambiente de los animales del pasado los investigadores han utilizado indicadores paleoambientales tales como los isótopos estables. Los isótopos estables, son átomos del mismo elemento químico que tienen la misma masa atómica pero difieren en el número atómico. Estos átomos no se transforman en otros elementos como los isótopos radiactivos (por ejemplo carbono-14), por tanto, son muy útiles para las reconstrucciones paleoambientales (Koch, 2007).

El análisis de los isótopos estables, puede reflejar variaciones en las fuentes de la dieta y el nivel trófico (Bocherens, et al. 2014), pero también variaciones que pueden ser influenciadas por el ambiente y el clima (Díaz, et al. 2016).

De esta manera, gonfoterios constituyen un excelente taxón para evaluar las condiciones ambientales dónde ellos vivían. Hasta el momento, el grupo ha sido caracterizado como generalistas y oportunistas (Asevedo, et al. 2012), por consiguiente, la composición de la dieta debería reflejar las condiciones ambientales locales en lugar de una dieta adaptativa óptima. Además, como los proboscídeos son descritos como modeladores ecológicos (Barnosky, et al. 2016), constituyen un factor clave para considerarlos en interpretaciones ambientales, ya que, como mega herbívoros, sus altas poblaciones de biomasa son capaces de alterar la vegetación a gran escala, y como bebedores obligados, el esmalte dental de este grupo es potencialmente un buen indicador de los valores de la δ18O de las aguas meteóricas locales (Kovács, et al. 2015). Por tanto, el objetivo de este estudio fue interpretar el ambiente del gonfoterio de Casablanca.

La escala temporal de extensión que utilizamos, es la llamada extensión del organismo; el período de tiempo de la vida de un organismo, que puede registrar la información de la dieta (Davis y Pineda-Muñoz, 2016).

Así, nuestro estudio representa diferentes escalas temporales; a partir de las primeras etapas de la vida (bioapatito dental) y un promedio de toda la vida (colágeno) (Clementz, et al. 2009). La ventaja de la aplicación *multiproxy*, es la posibilidad de interpretar la dieta en diferentes momentos de la historia de vida del individuo, aunque sin la resolución de los llamados granos temporales; que es la resolución en la que un proxy puede detectar cambios en la dieta (Davis y Pineda-Muñoz, 2016).

EL REGISTRO DE LOS GONFOTERIOS EN AMÉRICA DEL SUR

La llegada de los gonfoterios a América del Sur, fue propiciada por el Gran Intercambio Biótico Americano (GIBA), hace 3 millones de años atrás (Leigh, et al. 2014). De las tres familias de proboscídeos conocidos en Norteamérica; Elephantidae (mamut), Mammutidae (mastodonte americano) y Gomphotheriidae (gonfoterio), solo esta última cuenta con registros en toda Sudamérica (Alberdi, et al. 2002). Se reconocen dos géneros de esta familia.

Cuvieronius: existe consenso en América del Sur para designar a la especie *Cuvieronius hyodon* como la única válida para el género. La especie se caracteriza por tener el cráneo largo y bajo, poseer defensas superiores de sección sub circular con una torsión en forma de espiral, hacia afuera o hacia dentro y con banda de esmalte que sigue la espiral (Prado, et al. 2005). Las edades de sus fósiles van del Pleistoceno Medio hasta el Pleistoceno tardío (Prado, et al. 2005). *Stegomastodon*: con dos especies *S. platensis* y *S. waringi* (Alberdi, et al. 2002; Prado, et al. 2005). La primera se caracteriza por tener un cráneo corto y alto, con defensas superiores largas y macizas, y con una pequeña curvatura hacia arriba en algunos casos (Prado, et al. 2005). Sin esmalte ni torsión en sus defensas (Prado, et al. 2005). La segunda se caracteriza por poseer un cráneo corto y alto, de tipo elefantoideo pero menos que en *S. platensis* y menos deprimido que en *Cuvieronius* (Alberdi, et al. 2002). Las defensas en los adultos son relativamente rectas o con una ligera curvatura hacia arriba, además de una torsión muy pequeña (Alberdi, et al. 2002). Presentan una banda de esmalte en los individuos juveniles, la cual no se observa en los individuos adultos (Alberdi, et al. 2002; Prado, et al. 2005). Los fósiles de este género han sido datados con edades que van del Pleistoceno medio a tardío (Alberdi, et al. 2002; Prado, et al. 2005).

En investigaciones recientes, el género *Stegomastodon* ha sido puesto en duda en Sudamérica (Mothé, et al, 2012 y referencias allí), y se presenta un nuevo género y especie; *Notiomastodon platensis* (Mothé, et al. 2013). Este nuevo género englobaría todas las características atribuibles a *Stegomastodon* presente en América del Sur (Mothé, et al. 2012; 2013).

La distribución geográfica de los fósiles de gonfoterio en Chile, se registra principalmente en la Depresión Central y zonas costeras con edades entre el límite Pleistoceno tardío/ Holoceno temprano (Frassinetti y Alberdi, 2000; 2005).

PALEOAMBIENTE

El molar del gonfoterio de Casablanca fue registrado en un ambiente dominado actualmente por formaciones de bosques espinosos de Acacia caven que se extienden en las zonas semi-áridas, secas y sub-húmedas (Figura 1) (Luebert y Pliscoff, 2006).

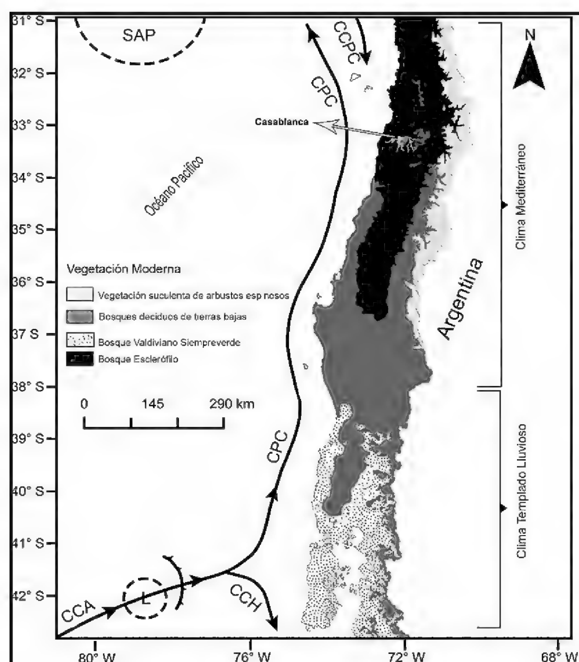


Figura 1. Situación geográfica, climática y vegetacional de la localidad de estudio. 31º-38ºS: esta área está bajo la influencia tanto de la contracorriente Perú-Chile (CPCC) que fluye hacia el sur como de la Corriente Perú-Chile (CPC) que fluye hacia el norte. La CPC, son aguas superficiales subantárticas provenientes de la región norte del frente subantártico. A 30º S, la influencia del CPC es mayor durante el invierno austral, mientras que la influencia del CPCC, que trae aguas relativamente cálidas desde las latitudes bajas, es fuerte en el verano austral. En verano austral, la célula SAP, muy estable (subtropical de alta presión) localizada alrededor de los 30º S bloquea el sistema frontal de la L (cinturón de baja presión asociado con los vientos del oeste) (generando sequía) (centrada alrededor de 49-50ºS). En el invierno austral, el SAP se desplaza hacia el norte alrededor de los 30ºS y el L llega al Norte de Chile Central, generando lluvias. 38º-43ºS: esta área está ubicada en el margen norte de la Corriente Circumpolar Antártica (CCA) bajo la influencia de aguas superficiales subantárticas. La parte norte del CCA se divide alrededor de 43ºS en el CPC que fluye hacia el norte y la Corriente del Cabo de Hornos (CCH) que gira hacia el sur.

El registro fósil de gonfoterios en Chile abarca un rango cronológico entre los 30,000-12,000 años calibrados AP (González-Guarda et al., 2017). En este tramo de tiempo, el clima fue más frío y más húmedo que hoy en día. Por ejemplo, durante el Último Máximo Glacial (26,000–19,000 años calibrados AP), la precipitación fueron el doble y las temperaturas de verano oscilaban entre 7-8º C más frío que la actualidad (Moreno, et al. 1999). Uno de los aspectos más llamativos del Pleistoceno tardío fue la alta humedad registrada entre 31º–36º S (Kim, et al. 2002; Kaiser, et al. 2008) que permitió la expansión de grandes áreas boscosas. Esta situación se mantuvo así hasta los 13.800 cal años AP (Valero-Garcés, et al. 2005).

Durante el Holoceno temprano (11,700–9000 años calibrados AP), entre 31º–34º S, desde sitios continentales se observa un proceso del cambio abrupto del clima mientras que las condiciones llegan a ser cada vez más secas y más cálidas. Una similar tendencia se registró a partir de las temperaturas marinas (Kaiser, et al. (2008), lo cual terminó reflejándose en el establecimiento de grandes áreas de vegetación abierta (Valero-Garcés, et al. 2005).

MATERIAL Y MÉTODOS

Material

Se estudió el molar (M2/m2) de la localidad de Casablanca (Figura 2). Específicamente, se estudió el esmalte dental y la raíz del molar. El molar se encuentra en las dependencias del Museo de Historia Natural de Valparaíso.

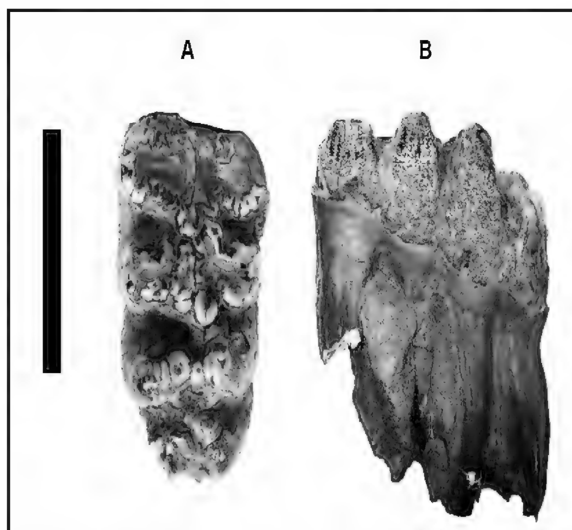


Figura 2. Molar M2/m2. A en vista oclusal y B en vista lateral. La barra mide 10 cm.

Métodos

Para el análisis anatómico del material, se utilizó las nomenclaturas de Osborn (1942), Tassy (1996), Lambert (1996) y Frassinetti y Alberdi (2000).

Un taladro de mano rotatorio con una punta de diamante punzón dental, se utilizó para recuperar el esmalte desde un área del diente lo más amplia posible para evitar el sesgo estacional relacionado con el momento de la mineralización. Se muestrearon de cinco a seis miligramos de esmalte de dientes para los análisis de δ13C y δ18O de la bioapatita, mientras que se recogieron alrededor de 50-100 mg de la raíz del molar para los análisis de colágeno δ13C y δ15N. Los resultados de isótopos estables se informan en la notación δ δHX-muestra=[(Rmuestra−Restandar)/Restandar]x1000, donde X es el elemento, H es la masa del isótopo raro y pesado, y R=13C/12C, 18O/16O o 15N/14N. Los valores de δ13C y δ18O se expresan en el estándar Vienna Dee Belemnite (VPDB), aunque los valores de δ18O también se dan en términos de la norma VSMOW *(Standard Standard Ocean Water)*, de modo que los valores VPDB pueden convertirse en VSMOW aplicando la siguiente fórmula: δ18OSMOW = (1.0309 x δ18OVPDB) + 30.909. Los valores de δ15N se entregan en relación con el nitrógeno atmosférico (AIR).

Los valores δ13C y δ18O del bioapatito fueron medidos en el laboratorio Iso-Analytical Marshfield Bank, Crewe CW2 8UY, Reino Unido.

Se trataron las muestras siguiendo procedimientos descritos en Balasse, et al. (2002). Se introdujeron muestras secas que pesaban ~ 600 microgramos en un dispositivo Kiel IV conectado a un espectrómetro de masas de relación de isótopos Delta V Advantage (IRMS). Todas las muestras se midieron en dos series analíticas diferentes. La precisión de las mediciones se verificaron utilizando un estándar interno de laboratorio de carbonato de calcio (Marbre LM normalized to NBS 19). Durante el período de análisis, un total de 16 muestras de Marbre LM dio un valor medio en la δ13C de +2.09±0.037‰ (1σ) (valor esperado +2.13‰) y un valor en la δ18O de -1.92 ± 0.071‰ (1σ) (valor esperado -1.83‰). En este estudio consideramos un valor de -6.5‰, aceptado para el Pleistoceno tardío (Tipple, et al. 2010). Por lo tanto, los rangos que consideraremos para clasificar la vegetación, según los valores de δ13Cesmalte, después de la corrección para la discriminación trófica (Cerling y Harris, 1999) son: 1) bosque de dosel cerrado, -20.5 to -14.5‰; 2) un ambiente húmedo que va desde áreas arboladas a áreas de hierbas C3, -14.5 a -9.5‰; 3) un ambiente árido que va desde áreas arboladas a áreas de hierbas C3, -9.5 a -6.5‰; 4) áreas abiertas de hierbas C3–C4, -6.5‰ a -1.5‰; y 5) solo áreas de hierbas C4, -1.5‰ a +6.5‰ (Domingo, et al. 2012).

Para calcular las Temperaturas Medias Anuales (TAM), primero estimamos el valor de δ 18Oam (agua meteórica) ingerido por los gonfoterios usando sus valores de esmalte δ18OPO4 y luego aplicamos la regresión lineal δ 18Oam-δ18OPO4 establecida para sus parientes más cercanos: elefantes modernos. Tal ecuación se seleccionó suponiendo que no hay diferencias significativas en el factor de fraccionamiento entre δ 18OPO4 y δ 18Oam de gonfoterios extintos y elefantes vivos. La ecuación utilizada fue la siguiente: δ18Oam (VSMOW) = (δ18OPO4 (VSMOW) - 23.3)/0.94 (Ayliffe, et al. 1992). Para calcular el TAM, se utilizó una ecuación lineal entre los valores TAM y δ18Oam : TAM (ºC) = δ18Oam (VSMOW) +12.68)/0.36 (R2 = 0.72) (Rozansky, et al., 1993). Esta ecuación fue elegida porque utiliza datos de todas las estaciones meteorológicas alrededor del mundo; por tanto, todos los regímenes climáticos existentes están representados dentro de él. A partir de los valores de δ13C de la bioapatita, la moderna vegetación equivalente se calculó utilizando la siguiente ecuación: δ13Cvegetación = δ13Cleaf + (δ13CmodernaatmCO2 - δ13CancientatmCO2), donde δ13Cleaf = δ13Ctooth -14.1‰ (Cerling y Harris, 1999), δ13CmodernatmCO2 es -8‰ y δ13CancientatmCO2 es -6.5‰ (Pleistoceno tardío) (Tipple, et al. 2010). Para calcular la Precipitación Media Anual, se calculó utilizando la siguiente ecuación: δ13C (‰, VPDB) = -10.29 + 1.90 x 10-4 Altitud (m) - 5.61 log10 (MAP + 300; mm/año) - 0.0124 Abs (latitud, º) (Kohn, 2010).

Las extracciones de colágeno se realizaron en el laboratorio Biomolecular del Instituto de Paleoecología Humana y Evolución Social (Tarragona, España). La extracción de colágeno siguió protocolos originales propuestos por Longin (Longin, (1971) y modificado por Bocherens, et al., (1991)). Los fragmentos de hueso se limpiaron mecánicamente para eliminar la superficie. Posteriormente, los fragmentos de hueso (aproximadamente 300 a 350 mg) se desmineralizaron usando HCl 1 M, se aclararon con agua destilada y se gelificaron con HCl 0,002 M a 100ºC durante 17 h. Las muestras fueron luego filtradas, congeladas y liofilizadas en el ICIQ (Instituto de Investigación Química de Cataluña). Las muestras de colágeno con un peso de aproximadamente 0,3 mg se analizaron por duplicado utilizando un analizador elemental Thermo Flash 1112 (EA) acoplado a un espectrómetro de masas de relación de isótopos Thermo Delta V Advantage (IRMS) con una interfaz Conflo III, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales Universidad de Barcelona. Se utilizó como control el estándar internacional de laboratorio IAEA 600 (cafeína).

El error analítico medio fue <0,2 ‰ (1σ) determinado a partir de los análisis duplicados de δ13C y δ15N. El estándar utilizado para δ13C fue Viena PeeDee Belemnite (V-PDB), y el estándar para δ13N era aire N2 (AIR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preservación de la señal isotópica

Las muestras analizadas en este estudio muestran un valor en Δ18OCO3–PO4 de 9.0‰. Este valor está dentro de lo establecido en Δ18OCO3–PO4 (VSMOW), un rango para biopatito inalterada para mamíferos actuales (i.e., 8.6 – 9.1‰) (Iacumin, et al. 1996), señalando la buena preservación de los valores originales de δ18O-CO3 y δ18OPO4. Las relaciones carbono: nitrógeno (C: N) del material fósil seleccionado están dentro del rango aceptado para el colágeno moderno (2,9 y 3,6 en mamíferos vivos) (Clementz, et al., 2009) que apoya la preservación de la señal biogénica δ13C original y δ15N.

Anatomía

Las medidas del molar fueron las siguientes: largo total de 149 mm, ancho de los primeros lofos/lófidos 86 mm, ancho de los segundos lofos/lófidos 82 mm, ancho de los terceros lofos/lófidos 73 mm y el ancho del talón/talónido 61mm. El molar corresponde a un M2 o m2. Con tres pares de lofo/lófidos (trilofodonte) y un talón/talónido fuerte. Desgaste evidente en los primeros y segundos lofo/lófidos. Su determinación exacta es difícil debido a que se hallo aislado sin el resto de la serie dental. El cíngulo mesial no es posible apreciarlo, por lo tanto no ayuda a la determinación del molar. Además, estos molares tienen una marcada plasticidad en sus medidas lo que dificulta la identificación. En vista oclusal (Figura 2) presenta una marcada anancoidia en el segundo lofo/lófido, hacia el tercero. Surco medio no muy definido y poco claro a partir de los segundos (lofo/lófido). Presenta figura en forma de trébol doble, dado por la cúspide principal y los cónulos/conulidos centrales anterior y posterior, evidente en los dos primeros lofo/lófidos y ayudado por el desgaste por uso. Se observa pticodoncia en los primeros lofo/lófidos.

Hábitat

De acuerdo a los rangos de hábitat establecidos en previos estudios (Domingo et al., 2012), el valor de la δ13Cbioapatito (-9‰) indica un ambiente árido que va desde áreas arboladas a áreas de hierbas C3. La temperatura media anual nos indica un ambiente cálido (30ºC) o de alta evaporación. El valor δ13Ccolágeno (-21.5‰) indica un ambiente semi-abierto, ya que es más enriquecido que el valor teórico que marca el límite entre ambiente boscoso y abierto (-22.5; Drucker et al., 2003). El valor de la δ15Ncolágeno (9.5‰) es un valor elevado. Este valor estaría indicando un ambiente árido. Por lo tanto, este gonfoterio estuvo viviendo en un ambiente parecido al actual, aunque algunos de los datos isotópicos parecen mostrar un ambiente bastante "extremo".

Finalmente, en el contexto de la escala temporal, teniendo en cuenta el valor de δ13Cbioapatito, este valor muestra un comportamiento del animal durante una parte de su vida. Además, este valor abre una gama de opciones de dieta para este individuo en particular: hierbas u hojas, ramas y corteza de árboles. Por tanto, nos surgen tres preguntas: ¿qué dieta prefirió a lo largo de toda su vida? ¿tuvo un comportamiento parecido al de los elefantes modernos (los elefantes modernos, en la estación húmeda comen hierba, y en la estación seca comen las hojas y la corteza de los árboles)? ¿En qué edad vivió? En cualquier caso, los valores del colágeno, podrían estar indicando que la dieta fue consumida en un ambiente árido durante un largo período de su vida. (Tabla 1)

$\delta^{13}C$ (‰, VPDB)$_{bio}$	$\delta^{18}O$ (‰, VPDB)$_{bio}$	$\delta^{18}O_{PO4}$ (‰, VPDB)$_{bio}$	$\delta^{15}N$ (‰, AIR)$_{col}$	$\delta^{13}C$ (‰, VPDB)$_{col}$	C/N_{col}	$\delta^{18}O_{AM}$ (‰, VPDB)$_{bio}$	TMA °C	$\delta^{13}C_{diet,}$ meq	PMA 55
-9	0.62	21.5	9.6	21.5	3.2	-1.9	30	-25	30

Tabla 1. Sumario de los valores isotópicos obtenidos. TMA = Temperatura Media Anual. PMA = Precipitación Media Anual. Bio = Bioapatito; Col = Colágeno.

CONCLUSIÓN

El individuo de Casablanca, de acuerdo a una interpretación preliminar, vivió en un ambiente semi-abierto, bajo un clima cálido y árido. Una futura datación radiocarbónica, la aplicación de microdesgaste dental y el análisis de los microfósiles desde el cálculo dental nos permitirán reconstruir la historia de vida del gonfoterio de forma más precisa.

AGRADECIMIENTOS

A Lilian López por su amabilidad para recibirnos en el área de arqueología del Museo de Historia Natural de Valparaíso. A Juan Pablo Cruz por haber obtenido las fotografías del molar de Casablanca. Al programa Capital Humano Avanzado Becas Chile (CONICYT) por financiar esta investigación. A Camila Watkins por su apoyo logístico en la toma de muestras.

BIBLIOGRAFÍA

Alberdi, M., Prado, J. y Cartelle, C. 2002. El registro de Stegomastodon (Mammalia, Gomphotheriidae) en el Pleistoceno Superior de Brasil. Revista Española de Paleontología (17): 217-235.

Asevedo, L. Winck, G. Mothé, D. y Avilla, L. S. 2012. Ancient diet of the Pleistocene gomphothere Notiomastodon platensis (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae) from lowland mid-latitudes of South America: Stereomicrowear and tooth calculus analyses combined. Quaternary International (255): 42-52.

Balasse, M. Ambrose, S. Smith, A., et al. 2002. The Seasonal Mobility Model for Prehistoric Herders in the South-western Cape of South Assessed by Isotopic Analysis of Sheep Tooth Enamel. Journal of Archaeology Science (29): 917–932.

Barnosky, A., Lindsey, E., et al. 2016. Variable impact of late-Quaternary megafaunal extinction in causing ecological state shifts in North and South America. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(4): 856-861.

Bocherens, H. Fizet, M., et al. 1991. Biogéochimie isotopique (13C, 15N, 18O) et paléoécologie des ours pléistocènes de la grotte d'Aldène. Bulletin du Musée d'Anthropologie Préhistorique de Monaco (34): 29-49.

Bocherens, H. Drucker, D. y Madelaine, S. 2014. Evidence for a 15N positive excursion in terrestrial foodwebs at the Middle to Upper Palaeolithic transition in south-western France: implications for early modern human palaeodiet and palaeoenvironment. Journal of Human Evolution (69): 31-43.

Cerling, T. y Harris, J. 1999. Carbon isotope fractionation between diet and bioapatite in ungulate mammals and implications for ecological and paleoecological studies. Oecologia 120(3): 347–363.

Cione, A., Tonni, E. y Soibelzon, L. 2009. Did humans cause the Late Pleistocene-Early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas?. In American megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene (pp. 125-144). Springer Netherlands.

Clementz, M., Fox-Dobbs, K., et al. 2009. Revisiting old bones: coupled carbon isotope analysis of bioapatite and collagen as an ecological and palaeoecological tool. Geological Journal 44(5): 605-620.

Davis, M. Pineda-Munoz, S. 2016. The temporal scale of diet and dietary proxies. Ecology and Evolution 6(6): 1883 -1897.

Díaz, F., Frugone, M, et al. 2016. Nitrogen cycling in an extreme hyperarid environment inferred from δ15N analyses of plants, soils and herbivore diet. Scientific reports (6): 22226.

Domingo, L. Prado, J. y Alberdi, M. 2012. The effect of paleoecology and paleobiogeography on stable isotopes of Quaternary mammals from South America. Quaternary Science Review (55): 103 -113.

González-Guarda, E. Domingo, L., et al. 2017. Late Pleistocene ecological, environmental and climatic reconstruction based on megafauna stable isotopes from northwestern Chilean Patagonia. Quaternary Science Reviews (170):188-202.

Iacumin, P. Bocherens, H., et al. 1996. Oxygen isotope analyses of coexisting carbonate and phosphate in biogenic apatite: a way to monitor diagenetic alteration of bone phosphate? Earth and Planetary Science Letters (142): 1-6.

Kaiser, J. Schefuß, E., et al. 2008. Glacial to Holocene changes in sea surface temperature and coastal vegetation in north central Chile: high versus low latitude forcing. Quaternary Science. Review 27(21): 2064-2075.

Koch, P., Michener, R. y Lajtha, K. 2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. Stable isotopes in ecology and environmental science, 2, 99-154.

Kohn, M. 2010. Carbon isotope compositions of terrestrial C3 plants as indicators of paleoecology and paleoclimate. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. 107(46): 19691–19695.

Kim, J., Schneider, R., et al. 2002. Last Deglacial Sea-Surface Temperature Evolution in the Southeast Pacific compared to Climate Changes on the South American Continent. Quaternary Science Reviews 21 (18–19): 2085–2097.

Kovács, J. Szabó, P., et al. 2015. Pliocene and Early Pleistocene paleoenvironmental conditions in the Pannonian Basin (Hungary, Slovakia): Stable isotope analyses of fossil proboscidean and perissodactyl teeth. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (440) 455-466.

Frassinetti, D. y Alberdi, M. 2000. Revisión y Estudio de los restos fósiles de Mastodonte de Chile (Gomphotheriidae): Cuvieronius hyodon, Pleistoceno Superior. Estudios Geológicos (56): 197-208.

Frassinetti, D. y Alberdi, M. 2005. Presencia del género Stegomastodon entre los restos fósiles de mastodonte de Chile (Gomphotheriidae), Pleistoceno Superior. Estudios Geológicos (61): 101-107.

Lambert, W. 1996. The biogeography of the gomphotheriid proboscideans of North America. En: The Proboscidea. Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives, Ed, Shoshani, J. y P. Tassy. Oxford University Press, New York, pp. 43-148.

Leigh, E., O'Dea, A. y Vermeij, G. 2014. Historical biogeography of the Isthmus of Panama. Biological Reviews (89): 148-172.

Luebert, F. y Pliscoff, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, 316 pp.

Longin, R. 1971. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. Nature, 230(5291): 241-242.

Moreno, P., Lowell, T., et al. 1999. Abrupt vegetation and climate changes during the last glacial maximumand last termination in the chilean lake district: a case study from canal de la puntilla (41° S). Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. 81(2): 285-311.

Mothé, D. Avilla, L. y Cozzuol, M. 2013. The South American gomphotheres (Mammalia, Proboscidea, Gomphotheriidae): Taxonomy, Phylogeny, and Biogeography. Journal of Mammal Evolution (20): 23-32.

Mothé, D. Avilla, L. Cozzuol, M. y Winck, G. 2012. Taxonomic revision of the Quaternary gomphotheres (Mammalia: Proboscidea: Gomphotheriidae) from the South American lowlands. Quaternary International (276-277): 2-7.

Osborn, H. 1942. Proboscidea. A monograph of the Discovery, Evolution, Migration and Extinction of the Mastodonts and Elephants of the World. V.II Stegodontoidea, Elephantoidea. The American Museum Press, New York, 1675 pp.

Prado, J., Alberdi, M., et al. 2005. The Pleistocene Gomphotheriidae (Proboscidea) from South America. Quaternary International 126-128: 21-30.

Rozanski, K. Araguas-Araguas, L. y Gonfiantini, R. 1993. Isotopic patterns in modern global precipitation. In: Swart, P.K., Lohmann, K.C., McKenzie, J., Savin, S. (Eds.), Climate Change in Continental Isotopic Records. Geophysical Monograph Series (78): 1-36.

Tassy, P. 1996. Dental homologies and nomenclature in the Proboscidea. En: The Proboscidea. Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives, Ed, Shoshani, J. y P. Tassy. Oxford University Press, New York. pp 21-25.

Tipple, B., Meyers, S. y Pagani, M. 2010. Carbon isotope ratio of cenozoic CO2: a comparative evaluation of available geochemical proxies. Paleoceanography 25: (3).

Valero-Garcés, B., Jenny, B., et al. 2005. Palaeohydrology of Laguna de Tagua Tagua (34 30′ S) and moisture fluctuations in Central Chile for the last 46 000 yr. Journal of Quaternary Science 20(7-8): 625-641.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 46-54
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

CONTACTO POLINESIA-MAPUCHE: UN ACERCAMIENTO A LA HISTORIA DE LA INVESTIGACIÓN Y NUEVAS EVIDENCIAS BIO-ANTROPOLÓGICAS

José Miguel Ramírez Aliaga[1]

Resumen: Hace más de cien años (Vergara, 1903) se describieron los primeros rasgos morfológicos polinésicos en huesos humanos prehispánicos encontrados en la Isla Mocha. Hace diez años (Storey, et al., 2007), el ADN polinésico en huesos de gallina en un contexto prehispánico en Arauco permitió confirmar la llegada de exploradores polinésicos al sur de Chile. Una revisión de los antecedentes y de nuevos materiales bio-antropógicos de la zona central da mayor sustento a la hipótesis de la llegada de exploradores polinésicos al territorio Mapuche, y a la posibilidad de que pudieran dejar no solo huellas culturales sino también biológicas en la población receptora. Los datos ubican ese contacto hace unos mil años atrás, en el momento culminante de la exploración de los polinesios hacia el este, y en un particular momento de transición cultural en el territorio centro sur de Chile.

Palabras Clave: Contactos transpacíficos, Mapuche, Polinesia.

Abstract: The first pre-hispanic human bones with Polynesian traits from Mocha island were described more than hundred years ago (Vergara, 1903). Ten years ago (Storey et al., 2007), Polynesian DNA found on chicken bones from a prehispanic context in Arauco provided the first hard evidence for a transpacific contact in southern Chile. A reappraisal of the evidence and new bio-anthropological material offers more support to the hypothesis of such a cultural contact but also for some genetic exchange. The temporal span for such a contact was around 1000 years ago, at the time of the explosive Polynesian migration to their borders, a particular time for local societies along central south Chile.

Key words: Transpacific contacts, Mapuche, Polynesia.

INTRODUCCIÓN

La historia de la hipótesis del contacto transpacífico prehispánico tiene una larga data, a partir de la observación de la presencia en América de una variedad de rasgos culturales que se interpretaron como préstamos de culturas de Oceanía y Asia (Latcham, 1927; Buck, 1938; Dixon, 1933; Eckholm, 1964; Emory, 1942; Estrada, et al., 1962; Rivet, 1956; Ibarra Grasso, 1958; Menghin, 1967; Heine-Geldern, 1966; Phillips, 1966; Jett, 1983; Meggers, 1975, 1987; Jones, et al. 2011).

Ciertos paralelismos pueden explicarse como desarrollos independientes, sin necesidad de contacto directo, pero existe un elemento que definitivamente fue trasladado desde América hasta el centro del Pacífico por acción humana: el camote (Ipomoea batata). En efecto, este cultígeno americano llegó hasta Mangaia, en las islas Cook, hace mil años (Hather y Kirch, 1991), y desde allí se dispersó por toda Polinesia, con nombres que parecen derivar de una lengua proto-quechua de los Cañari del Golfo de Guayaquil, en Ecuador: kumal, kumá, kumara, kumaka (Scaglion, 2004; Scaglion y Cordero, 2007). En Norteamérica, el dato más reciente vincula a Hawaii con los Chumash de California, a partir de paralelismos materiales y lingüísticos (Jones y Klar, 2005). En ambos casos, la explicación lógica es que fueron navegantes polinésicos los responsables.

En términos geográficos, la distancia desde el Golfo de Guayaquil hasta Mangaia es de unos 8.600 km. El problema es que hasta ahora no se han encontrado rasgos culturales de culturas precolombinas de América en el Pacífico.

1 Arqueólogo. Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Playa Ancha. mataveriotai@yahoo.com

Por su parte, el eventual contacto con el territorio Mapuche se relaciona con la presencia de artefactos como los mataa de Rapa Nui (Aichel, 1924; Oyarzún, 1927), las clavas de tipo Maori (Imbelloni, 1929; 1953; Looser, 1931; Ling, 1956; Schobinger,1956; Schobinger, 1956/57; Menghin, 1960; San Martín, 1967), los toki (Imbelloni, 1928; Imbelloni,1931), unas esculturas de piedra (Looser, 1932; Carvallo, 1983), la chicha o mudai Mapuche versus la kava de polinesia, el curanto y la dalca chilota (MacMillan-Brown, 1924; Oyarzún, 1934; Cárdenas, et al., 1993), la gallina araucana (Wilhelm, 1957; Carter, 1976), y restos óseos humanos con rasgos polinésicos (Vergara, 1903; Ureta, 1937).

Además, se han descrito interesantes paralelismos desde la lingüística (Englert, 1934), y una serie de elementos de la cultura inmaterial tales como el calendario lunar, la celebración del Año Nuevo con la salida de las pléyades después del solsticio de invierno, una tradición relativa al corte de árboles con un toki mágico (Imbelloni, 1931), un juego similar al hockey, llamado pai pai en las Islas Australes y palin en Mapuche, así como las leyendas de navegantes polinésicos que habrían llegado hasta las costas de Sudamérica (cf. Ramírez & Matisoo-Smith, 2008).

El modelo de la colonización de Polinesia oriental (Irwin, 1992; Kirch, 2000;) enmarcaba el rango temporal para ese contacto hacia fines del Período Alfarero Temprano en la zona centro sur de Chile, alrededor del año 1000 de Nuestra Era (Falabella, et al., 2016; Adán, et al., 2016). Falta confirmar quiénes fueron esos navegantes que partieron -o volvieron- desde Sudamérica.

ACERCAMIENTO A UNA ANTIGUA HIPÓTESIS

El primer acercamiento al problema ocurrió en el año 1987, durante la segunda expedición arqueológica organizada por Thor Heyerdahl a la Isla de Pascua (Skjolsvold, 1994). Su obsesión por el origen americano de la cultura megalítica de Rapa Nui fue el estímulo para evaluar la eventual presencia de elementos culturales en el territorio Mapuche. Entre los años 1990-91, un primer proyecto de investigación (Fondecyt Nº 1900193) estuvo orientado al análisis de los materiales de tipo polinésico descritos como préstamos culturales entre los Mapuche prehispánicos del centro-sur de Chile, a partir de una lista cada vez mayor de rasgos culturales que se acumulan desde hace un siglo.

Algunos de esos paralelismos culturales resultaron ser invenciones independientes (e.g., el horno subterráneo), pero algunos permanecieron como posibles evidencias de contacto (en especial, en el área lingüística), mientras que algunos fueron descartados: unas esculturas antropomorfas de piedra depositadas en museos (Looser, 1932); y los mataa, armas de obsidiana encontradas en sitios arqueológicos pero sin contextos confiables. Por otra parte, en ese momento surgió un rasgo de gran interés, cuya trascendencia sólo pudo confirmarse veinte años después: una mandíbula humana con un rasgo polinésico, encontrada en la Isla Mocha.

El análisis no fue concluyente en ese momento; no existía evidencia dura para probar que esos paralelismos se debían a procesos evolutivos paralelos, invención independiente, o a difusión (Ramírez, 1990; Ramírez, 1992). Entre los elementos culturales Mapuche que han mantenido un rol importante como posibles evidencias del contacto se cuentan unas insignias de piedra, denominadas “clavas”, entre las cuales se describe un “tipo polinésico”, las hachas pulidas llamadas “toki” y en particular los “toki-kura” (tanto el tipo de artefacto como su nombre), y una docena de palabras que serían préstamos desde lenguas polinésicas.

Todos estos datos resultaban muy interesantes, pero no había forma de comprobar si se trataba de desarrollos independientes o productos de un contacto. Se necesitaba evidencia dura (Ramírez, 2010 a; Ramírez, 2010 b; Jones, et al., 2011).

LA GALLINA ARAUCANA

En el año 2004, con motivo de la VI Conferencia Internacional sobre Isla de Pascua y el Pacífico realizada en Viña del Mar, planteamos (poster no publicado) que la única manera de probar la llegada de polinesios al sur de Chile sería a través del ADN de huesos de gallina. La presencia de gallina en América antes de la llegada de los españoles era un misterio hasta la fecha, y el origen de la gallina araucana era especialmente intrigante.

La Dra. Elizabeth Matisoo-Smith, de la Universidad de Auckland, asistió a la conferencia. Ella había desarrollado los estudios de ADN en huesos del ratón polinésico (Rattus exulans) como indicador de los procesos de colonización a través del Pacífico (Matisoo-Smith y Robins, 2004), y su alumna de doctorado Alice Storey había comenzado a trabajar en huesos de gallina. Ratones, gallinas, cerdos y perros fueron los animales domésticos transportados desde el sudeste asiático. A Rapa Nui solamente llegaron la gallina y el ratón. En el sur de Chile se encontraba la misteriosa gallina araucana prehispánica, con variedades como la kollonka (sin cola), trintre (con plumas crespas), con aretes, algunas de las cuales ponen huevos azules, o verde claro.

Justo cuando comenzaba nuestra investigación en torno a la gallina, un grupo de arqueólogos dedicados al estudio del Período El Vergel en la zona de Arauco, encontraron los primeros huesos de gallina en contexto prehispánico (Contreras, et al. 2005). El contexto fue fechado por termoluminiscencia, en el 1.350 d.C. En el año 2006, enviamos una muestra de esos huesos al Laboratorio de la Dra. Matisoo-Smith en la Universidad de Auckland. El análisis fue realizado por Alice Storey, y el excepcional resultado fue publicado unos meses más tarde (Storey, et al. 2007): ADN idéntico al de gallina polinésica. Se realizaron tres fechados (AMS) en los propios huesos, confirmando la asociación cultural prehispánica: 1.300 a 1.450 d.C.

EL ESCENARIO PARA UN CONTACTO

Sin duda, considerando la capacidad de los más grandes navegantes del mundo antiguo, el límite para el asentamiento humano del Pacífico sólo podría ser el continente americano. Dado el extremo aislamiento geográfico de Rapa Nui, es mucho más excepcional que haya sido encontrada por los exploradores en sus viajes hacia el este. Sin embargo, bajo ciertas condiciones y dentro de los límites de su capacidad, no podrían haber evitado las costas de América.

Desde un punto de vista ecológico cultural, la costa no es simplemente el límite entre dos compartimentos estancos, sino una franja permeable. Los antiguos marineros de la América precolombina traspasaron esta frontera, y su movilidad a lo largo de la costa se encuentra bien documentada (Lothrop, 1932).

Desde un punto de vista práctico, se debe considerar que el tránsito por mar no deja huellas, aunque es mucho más eficiente para las distancias largas, hasta la próxima tierra firme. El movimiento sobre el mar produce menos fricción, es más económico en términos de gasto energético y permite un movimiento mucho más rápido que el medio ambiente terrestre, donde hay que atravesar selvas, montañas, desiertos, y grandes ríos, sin un medio de una locomoción tan eficiente como el catamarán polinésico (cf. Ramírez, 2014). Caminar desde el extremo norte hasta el extremo sur de América, desde el comienzo de la colonización pleistocénica hasta el contacto con Occidente, fue mucho más complicado porque no tenían animales para el transporte de carga, excepto la llama en los Andes, pero ningún carruaje en lo absoluto.

El contacto transpacífico con América pudo ser accidental, pero fue una consecuencia inevitable del proceso de exploración y colonización del Pacífico Sur, a medida que los polinesios se movían consistentemente hacia el este. Este logro fue posible cuando pudieron desarrollar avanzadas capacidades técnicas y habilidades de navegación (Finney, 1985; Finney, 1991; Finney, 1994; Finney et al., 1989), que les permitieron utilizar la dinámica de las corrientes y los vientos, y en particular fenómenos cíclicos como “El Niño” (Caviedes y Waylen, 1993). La estrategia de supervivencia de los exploradores polinesios debió ser una navegación lenta en contra de los vientos alisios, para que pudieran regresar a casa rápidamente y con seguridad si llegaban al límite de su capacidad. Sin embargo, los fuertes vientos del oeste en un evento de El Niño podrían traer una canoa directamente desde el centro de la Polinesia hasta las costas del centro sur de Chile (Finney, 1994). Probablemente, los polinesios utilizaron estos vientos para navegar entre lugares conocidos, pero pudieron ser arrastrados por las tormentas mucho más lejos.

El actual modelo de la colonización de la Polinesia oriental postula un explosivo avance hacia el este que habría ocurrido entre los años 1.000 a 1.200 d.C., con una proyección lógica a Sudamérica, sin pasar necesariamente por Rapa Nui (Green, 2001). Jared Diamond (1988) denominó este proceso como el “Tren Expreso a Polinesia”. La revisión de los datos arqueológicos y la filogenia del ratón del Pacífico (Rattus exulans) a través del ADN mitocondrial respaldan consistentemente el modelo.

Las simulaciones por computador de viajes en canoa por el Pacífico han demostrado la viabilidad de muchas rutas alternativas desde Polinesia hasta la costa sudamericana (Irwin et al., 1990). La evidencia de gallina polinésica en Arauco motivó nuevas simulaciones para la navegación desde las seis islas de la Polinesia que participaron en el análisis de ADN, así como también desde Arauco y Ecuador hacia el oeste (Fitzpatrick y Calaghan, 2009). Todos los viajes desde la Polinesia llegarían a Sudamérica, directamente a Chile o más al norte, según las estaciones del año. Respecto de la posibilidad de que algunos polinésicos quisieran volver a casa desde Arauco, la simulación muestra que una canoa sería llevada por la corriente de Humboldt hasta el norte de Chile y luego al centro de la Polinesia. MacMillan-Brown propuso este trayecto mucho antes (1924: 266). La distancia hasta Mangaia desde Caldera, desde donde podrían haber comenzado a desprenderse de la corriente de Humboldt para girar hacia el oeste, es de unos 8600 km.

DATOS BIO-ANTROPOLÓGICOS: POLINESIOS EN LA ISLA MOCHA

La presencia de rasgos polinésicos en cráneos prehispánicos (con bóveda con forma de techo a dos aguas, pentagonal visto desde norma occipital) aparece en una antigua monografía sobre la Isla Mocha (Vergara, 1903), y en la investigación del año 1990 observamos un rasgo polinésico en una mandíbula procedente de la isla ("rocker jaw", según Gill, 1990) pero nadie había evaluado esta información de manera sistemática. En nuestra visita al Museo de Concepción junto a la Dra. Matisoo-Smith en diciembre del 2007, pudimos observar la colección de huesos humanos excavados en una serie de sitios arqueológicos de la Isla Mocha (Constantinescu, 1997).

Se pudieron observar los tres rasgos que caracterizan el fenotipo polinésico (Houghton, 1996): cráneos con forma pentagonal, en comparación con los gráciles y redondeados cráneos Mapuche; mandíbulas con base curva ("rocker jaw"); y el orificio en la cabeza del fémur (fovea capitis) de forma oval. Además, se realizaron 29 mediciones craneométricas en los cráneos completos de adultos. Cuando las medidas fueron llevadas a un diagrama de dispersión estadística que compara cientos de muestras de cráneos indígenas del mundo, los cráneos de la Isla Mocha se agruparon en dos sectores: tres en América, y los otros tres junto a poblaciones del Pacífico y sudeste asiático (Matisoo Smith y Ramírez, 2010).

Curiosamente, el cráneo más polinésico se encontraba en un claro contexto El Vergel (1.290 d.C.), pero los otros estaban asociados al Período Alfarero Temprano (Pitrén, 350 a 1.000 d.C.).

CHILOÉ: LA PRÓXIMA FRONTERA

Ubicados en el extremo sur del territorio Mapuche, los antiguos habitantes de la "Isla Grande de Chiloé" (llamados "Veliche" en tiempos históricos) desarrollaron una cultura de características muy especiales, con algunos rasgos supuestamente polinésicos, tal como algunos especialistas locales plantean hasta ahora (Cárdenas, et al. 1993), incluyendo tanto rasgos culturales materiales como inmateriales.

Algunos paralelos culturales son claramente invenciones independientes, ya que se encuentran mucho antes en el sur de Chile: las técnicas de pesca, tales como los cercos de piedra para atrapar peces, y el curanto (horno subterráneo), que estaba en uso hace 6.000 años en la Isla de Chiloé mucho antes que el umu y el hangi de Polinesia.

Sin embargo, un artefacto en particular podría ser considerado como un préstamo de Polinesia: la canoa de tablas cosidas, la "dalca chilota". Esta embarcación se encontraba en la parte norte de los canales patagónicos occidentales (41 ° 50 '- 51 ° 30' Sur). La construcción de canoas con tablas cosidas se distribuyó ampliamente en la Polinesia pero no vuelve a aparecer a lo largo de las costas de América sino hasta las costas de California en Estados Unidos, entre los Chumash prehispánicos. Se ha planteado su origen en un contacto polinésico transpacífico, desde Hawaii, a partir de una referencia lingüística (Jones y Klar 2005).

El perro chilote, de posible origen prehispánico, también pudo ser trasladado a través del Pacífico. Los antiguos colonizadores del Pacífico trasladaron cuatro animales desde el sudeste asiático a lo largo de siglos y de miles de kilómetros: el perro, el cerdo, la gallina y el ratón polinésico. Solo llegaron la gallina y el ratón a Rapanui. El hecho de que el ADN de los huesos de gallina de Arauco era más cercano a la gallina de Tonga que de Rapanui indicaría que los exploradores que pudieron llegar hasta las costas del sur de Chile no partieron desde Rapa Nui sino desde más lejos hacia el oeste, desde donde se habría iniciado la gran exploración hacia el sol naciente.

EL CAMOTE

Con seguridad, la papa dulce (camote o batata, Ipomoea batatas) que se dispersó por Polinesia es un cultígeno originario de Sudamérica (Buck 1938; Green 2001, 2005), pero la forma en que eso ocurrió sigue siendo un misterio. Sin embargo, toda la información discutida aquí apunta a que los polinesios fueron responsables de su distribución en todo el Pacífico.

Palabras tales como kumara, kumala, kumaka, kumá, 'umala, son formas alternativas para el camote en distintas islas de la Polinesia, supuestamente derivadas de "cumal", la palabra utilizada por el pueblo Cañari del Golfo de Guayaquil, en Ecuador (Green, 2001).

Algunos especialistas mencionan que en Quinchao, una isla del archipiélago de Chiloé, se cultivaba una papa rojiza de forma oval llamada "cumanca", hasta tiempos históricos (Cárdenas y Villagrán, 2005). Sin embargo, en su erudito estudio sobre la papa chilena, Alejandro Cañas-Pinochet (1901) no incluyó esta variedad en Chiloé, sino en Arauco.

Una hipótesis para la presencia del nombre kumaka en Arauco es que llegara con los mismos navegantes polinesios que introdujeron la gallina. En tanto el camote se encuentra en las islas Cook con una fecha de 1000

d.C., si resulta que esa kumaka de Arauco no era una papa (Solanum tuberosum) sino un verdadero camote (Ipomoea batatas), pudo ser re-introducido a Sudamérica por los exploradores polinesios que encontramos en la isla Mocha.

Por otro lado, la presencia de navegantes polinesios en Arauco plantea una hipótesis alternativa para el origen del camote: partiendo desde Arauco, la corriente fría de Humboldt los llevaría hacia el norte, a lo largo de la costa chilena. Las mejores condiciones para girar hacia el oeste se encuentran a unos 26 ° de Latitud Sur, frente al puerto de Chañaral, en dirección a las islas de San Félix y San Ambrosio, para seguir hacia el oeste en dirección a Rapa Nui, en la misma latitud. En esa latitud, en el norte de Chile, pudieron encontrar el camote y la calabaza, y llevarlos hasta el centro de la Polinesia.

Según informantes de Rapa Nui, pescadores de tiempos históricos utilizaban corrientes de agua fría (la corriente de Humboldt en su giro hacia el oeste) para volver desde Salas y Gómez, un pequeño islote con un rico ambiente para la pesca y la recolección de huevos de aves marinas, 415 km al noreste de Rapa Nui.

NUEVO MATERIAL BIO-ANTROPOLÓGICO: SITIO LA CAPILLA, TUNQUÉN

El sitio La Capilla de Tunquén se encuentra en una meseta a 290 msnm, 5 km al este de la playa de Tunquén, a 27 km al sur de Valparaíso.

El rescate, encargado por el Consejo de Monumentos Nacionales a un grupo de voluntarios, permitió la recuperación de 11 tumbas individuales no disturbadas, y una tumba disturbada.

Un rasgo muy particular del patrón de mortuorio es que todas las tumbas fueron excavadas en el subsuelo de granodiorita descompuesta, que caracteriza los cerros de la costa central con su característico grano amarillo (maicillo). La formación del depósito cultural con un alto componente orgánico de color oscuro hizo muy evidente la presencia de las fosas, dejando una macha de color negro sobre la matriz amarilla, según la forma en que se dispusieron los cuerpos.

Diez de los once cuerpos correspondían a jóvenes o adultos (7 hombres y tres mujeres), con solamente un infante dispuesto en posición extendida, con los brazos a los costados del cuerpo, en decúbito dorsal. Entre los jóvenes y adultos se observaron dos mujeres y un hombre dispuestos en decúbito lateral con las piernas semiflectadas, y los otros siete en posición extendida. De estos siete, cinco se encontraban en decúbito ventral, y dos de ellos en decúbito lateral. Los tres individuos dispuestos de costado con las piernas semiflectadas tenían las manos unidas sobre la cara, así como cuatro de los siete cuerpos extendidos. Los otros tres cuerpos extendidos tenían los brazos junto al torso pero en distintas posiciones.

El ajuar mortuorio era muy escaso. Solamente cinco de los once individuos recuperados contaban con alguna disposición de piedras y/o conchas de locos junto al cuerpo. Solamente aparecieron pequeños fragmentos de cerámica utilitaria junto a las rodillas de una mujer adulta, que pudieron provenir del depósito superior. El depósito sobre la superficie del cerro tenía 1 m de potencia, y se caracterizaba por la presencia de conchas del intermareal rocoso en una matriz limo arenosa. El depósito inferior, asociado a las tumbas, presentaba cerámica propia de la fase Bato del Período Alfarero Temprano, y en los niveles superiores se observaron fragmentos de cerámica del Período Intermedio Temprano (Aconcagua).

El patrón mortuorio resulta característico de la fase Bato en la costa de Chile central, pero algunos de los esqueletos presentaban rasgos morfológicos que caracterizan el fenotipo polinésico. En particular, el individuo 7 presentaba los tres rasgos: cráneo pentagonal (FIG. 1), rocker jaw (Fig. 2) y fovea capitis de forma oval (Fig. 3), mientras que otros tres (indivs. 2, 4 y 14) presentaban la característica mandíbula de base curva (rocker jaw). Otro de los individuos (indiv. 5) también mostraba el rasgo polinésico en la cabeza del fémur (fovea capitis oval).



Figura 1. Tunquen Individuo N° 7, cráneo pentagonal.



Figura 2. Tunquen Individuo N° 7, rocker jaw.



Figura 3. Tunquen Individuo N° 7, fovea capitis de forma oval.

Observaciones preliminares en algunas colecciones de material óseo humano de algunos sitios del mismo Período Alfarero Temprano de la costa central permitieron registrar rasgos polinésicos dispersos en un individuo del sitio Camino Internacional en Concón (posible rocker jaw y fovea capitis oval) y un individuo del sitio Las Brisas de Santo Domingo (fovea capitis oval) en el depósito del Museo de Historia natural de Valparaíso; y un individuo del sitio Puyai 8 de Papudo (fovea capitis oval), en el depósito del Museo de La Ligua.

CONCLUSIONES

El descubrimiento de ADN polinésico en huesos de gallina en un contexto prehispánico en la costa de Arauco fue la primera "evidencia dura" para la comprobación de la antigua hipótesis de un contacto transpacífico en el centro sur de Chile. La presencia de rasgos biológicos en esqueletos de Isla Mocha y la costa de Valparaíso, en contextos similares del Período Alfarero Temprano, permiten postular una presencia más antigua de lo que se pensaba para algunos exploradores polinesios, relacionada con las tempranas migraciones que los llevaron a colonizar los extremos de su extenso territorio, y que coincide con la llegada del camote desde América hasta el centro del Pacífico.

El Período Alfarero Temprano en el centro y sur del territorio chileno se caracteriza por una alta heterogeneidad y variabilidad en los patrones culturales, incluyendo variadas formas de disponer los cuerpos y el uso de modificaciones corporales como tembetá, orejeras y deformaciones craneanas, para algunos individuos. La eventual llegada de exploradores transpacíficos, con un idioma y tipo físico distintos, pudo ser menos traumática de lo que pudiera pensarse.

En este escenario, la presencia de elementos culturales que parecen ser préstamos en el campo de la cultura inmaterial, las palabras y los objetos simbólicos, habla de una estadía prolongada más que de un contacto efímero. Esos visitantes deben haber buscado el entorno seguro de algunas pequeñas islas como la Mocha por un tiempo, pero luego su influencia se pudo extender a una región mucho más amplia. Eventualmente, los mismos exploradores o algunos de sus descendientes pudieron seguir navegando hacia el norte hasta tierras subtropicales y tropicales, siguiendo la corriente de Humboldt, donde podrían encontrar el camote y la calabaza. Nunca sabremos si intentaban volver a casa o estaban explorando, pero en tanto no se han encontrado evidencias de la presencia polinésica más al norte, resulta posible plantear la hipótesis de que fueron ellos quienes tomaron el camote desde el norte de Chile y lo llevaron a Polinesia.

Hasta la fecha, existe evidencia material de la presencia polinésica entre la región de Valparaíso y del Bío Bío, en contextos costeros, pero podría extenderse hasta Chiloé por el sur y hasta mucho más al norte.

La actual evidencia parece indicar que los extranjeros fueron aceptados y permanecieron el tiempo suficiente para que la cultura receptora adoptara algunos elementos que reconocemos hasta hoy en la cultura mapuche, eventualmente reciclados y modificados a lo largo del tiempo. Tal vez la coexistencia pacífica tuvo un impacto relativamente bajo en términos biológicos, probablemente porque los extranjeros eran un pequeño número.

En este contexto, resulta interesante plantear algunas preguntas que permitirían orientar la investigación en el futuro: ¿Cuántos viajes pudieron llegar efectivamente y a qué lugares? ¿Durante qué margen de tiempo? ¿Cuántos llegaron? ¿Eran sólo exploradores, sin mujeres? ¿Se quedaron para siempre o volvieron a casa, algunos o todos ellos?

Si fueron un número pequeño y se quedaron en enclaves reducidos como la Isla Mocha, probablemente habrían sido absorbidos rápidamente por la población local pero, en ese caso, es difícil pensar en un intercambio cultural de la manera en que lo vemos ahora. La eventual evidencia genética de mestizaje significaría abrir un escenario radicalmente diferente.

Por el momento, las evidencias ofrecen un mayor sustento a la hipótesis de que al menos algunos de esos exploradores polinesios se quedaron y que de esa interacción resultaron aportes culturales que fueron absorbidos y reciclados por la población local.

BIBLIOGRAFÍA

Adán, L., Mera, R., et al. 2016. Historia prehispánica en la región Centro-Sur de Chile: Cazadores-recolectores holocénicos y comunidades alfareras (ca. 10.000 años a.C. a 1.550 años d.C.). En Prehistoria en Chile. Desde sus primeros habitantes hasta los Incas (Falabella, F., Uribe, M., Sanhueza, L, Aldunate, C. y J. Hidalgo, Eds.). Santiago: Editorial Universitaria – Sociedad Chilena de Arqueología. Pp. 401-441.

Aichel, O. 1924. Osterinselnpalaeolithen in Prahistorischen Grabern Chiles. XXI Congres Intern. des Americanistes, Goteborg. pp. 267-269.

Buck, P. 1938. Vikings of the Sunrise. Philadelphia: Lipponcott.

Cañas Pinochet, A. 1901. La Papa. Investigaciones sobre su orijen, sus cultivos i las enfermedades i pestes que las atacan en Chile. Actes de la Société Scientifique du Chili. Tome XI: 159-197.

Cárdenas, R. y Villagrán, C. 2005. Chiloé. Botánica de la Cotidianidad. Santiago: Gráfica Lascar. 365 pp.

Cárdenas, R., Montiel, D. y Grace Hall, C. 1993. Los Chono y los Veliche de Chiloé. Santiago: Ediciones Olimpo. 277 pp.

Carter, G. 1971. Precolumbian chickens in America. En Man Across the Sea: Problems of Precolumbian Contacts (Riley et al. Eds), Texas, pp. 178-218.

Carvacho, V. 1983. Historia de la Escultura en Chile. Santiago: Ed. Andrés Bello.

Caviedes, C. y Waylen, P. 1993. Anomalous westerly winds on Easter Island during El Niño events: the discovery and colonization of Easter Island. Applied Geography (1931) 13: 123-134.

Constantinescu, F. 1997. Reconstruir un antiguo modo de vida: un nuevo desafío desde la bioantropología. En La Isla de las Palabras Rotas. (Quiroz, D. & Sánchez M. Eds.), Colección de Antropología IV. Santiago: Biblioteca Nacional de Chile y Centro de Investigaciones Diego Barros Arana: 169 - 193.

Contreras, L., Quiroz, D., Sánchez, M. y Caballero, C. 2005. Ceramios, raíces y ranas… Un campamento El Vergel en las costas de Arauco. Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena (Tomé, 2003): 357-367.

Diamond, J. 1988. Express train to Polynesia. Nature 336 (6197): 307-308.

Dixon, R. 1933. Contacts with South America across the Southern Pacific. En The American Aborigens, their Origen and Antiquity. New York: Rusell & Russell.

Eckholm, G. 1964. Transpacific Contacts. En Early Man in the New World (Jennings & Norbeck Eds), Univ. of Chicago Press, pp. 489-510.

Emory, K. 1963. East Polynesian Relationships. Journal of the Polynesian Society 72 (2): 78-100.

Emory, K. 1942. Oceanian Influence on American Indians Culture: Nordenskjold's view. Journal of the Polynesian Society 51: 126-135.

Englert, S. 1934. Araucano y Rapanui: Ensayo de comparación lingüística. Anales Facultad de Filosofía y Educación, Univ. de Chile 1: 5-27.

Estrada, E., Meggers, B y Evans. 1962. Possible Transpacific Contact on the Coast of Ecuador. Science 135: 371-372.

Falabella, F., Pavlovic, D., Planella, M. y Sanhueza, L. 2016. Diversidad y heterogeneidad cultural y social en Chile Central durante los períodos Alfarero Temprano e Intermedio Tardío (300 años a.C. a 1.450 d.C.). En Prehistoria en Chile. Desde sus primeros habitantes hasta los Incas (Falabella, F., Uribe, M., Sanhueza, L., Aldunate, C. y Hidalgo, J. Eds.). Santiago: Editorial Universitaria – Sociedad Chilena de Arqueología. Pp. 365-399.

Finney, B. 1994. Polynesian-South America round trip canoe voyages. Rapa Nui Journal 8 (2): 33-35.

Finney, B. 1991. Viajando Hacia el Pasado de Polinesia. Clava 5: 19-49.

Finney, B. 1985. Anomalous Westerlies, El Niño, and the Colonization of Polynesia. American Anthropologist 87: 9-26.

Finney, B., Frost, P., Rhodes, R. y Thompson, N. 1989. Wait for the West Wind. Journal of the Polynesian Society 98 (3): 261-302.

Fitzpatrick, S. y Callaghan, R. 2009. Examining dispersal mechanisms for the translocation of chicken (Gallus gallus) from Polynesia to South America. Journal of Archaeological Science 36: 214 – 223.

Gill, G. 1990. Easter Island rocker jaw. Rapa Nui Journal 4 (2): 21.

Góngora, J., Rawlence, N. et al. 2008. Indo-European and Asian origins for Chilean and Pacific chickens revealed by mtDNA. Proceedings of the National Academy of Science USA, 105: 10308–10313.

Green, R. 2005. Sweet potato transfers in Polynesian prehistory. En The sweet potato in Oceania: a reappraisal (Ballard et al. eds). Ethnology Monograph 19, Oceania Monograph: 43-62.

Green, R. 2001. Commentary on the sailing raft, the sweet potato and the South American connection. Rapa Nui Journal 15 (2): 69-77.

Hather, J. y Kirch, P. 1991. Prehistoric sweet potato (Ipomoea batatas) from Mangaia Island, Central Polynesia. Antiquity 65: 887-893.

Heine-Geldern, R. 1966. The Problem of Transpacific Influences in Mesoamerica. Handbook of Middle American Indians 4: 277-295.

Heyerdahl, T. 1952. American Indians in the Pacific. London: Allen & Unwin.

Houghton, P. 1996. People of the great ocean: Aspects of human biology of the early Pacific. Cambridge: Cambridge University Press.

Ibarra Grasso, D. 1958. Las formas de contar de los pueblos primitivos y las influencias lingüísticas surasiáticas y oceánicas en la América indígena. Proceedings of the 31 International Congress of Americanists (Sao Paulo. 1954), 2: 259-295.

Imbelloni, J. 1953. On the diffusion in America of 'Onewa', 'Okewa', 'Paraoa'. 'Miti' and other relatives of the 'Mere' Family. Journal of the Polynesian Society 39; 322-345.

Imbelloni, J. 1931. El 'Toki Mágico'. La fórmula de encantamiento Maorí al derribar un árbol, conservada textualmente en el cuento chileno del Viejo Tatrapay. Anales de la Sociedad Científica de Santa Fe 3: 128-149.

Imbelloni, J. 1929. Un arma de Oceanía en el Neuquén. Reconstrucción y tipología del hacha del río Limay. Humanidades XX: 293-316.

Imbelloni, J. 1928. La premiere chaine isoglossematique oceano-americaine; le nom des haches lithiques. Viena: Modling: 324-335.

Irwin, G. 1992. The prehistoric exploration and colonization of the Pacific. Cambridge: Cambridge University Press.

Irwin, G. 1990. Human Colonization and Change in the Remote Pacific. Current Anthropology 31(1): 90-94.

Irwin, G. 1989. Against, Across and Down the Wind: A Case for the Systematic Exploration of the Remote Pacific Islands. Journal of ihe Polynesian Society 98 (2): 167-206.

Irwin, G., Bickler, S. y Quirke, P. 1990. Voyaging by Canoe and Computer: Experiments in the Settlement of the Pacific Ocean. Antiquity 64 (242): 34-50.

Iribarren, J. 1951. Dos mere okewa en un cementerio diaguita del Valle de Elqui. Revista Universitaria 36 (1): 131 – 137.

Jett, S. 1983. Precolumbian Transoceanic Contacts. En Ancient South Americans (Jennings, J. Ed.). San Francisco: Freeman & Co.

Jones, T., Storey, A., et al. 2011. Polynesians in America: Pre-Columbian contacts with the New World. USA: Altamira Press.

Jones, T. y Klar, K. 2005. Diffusionism reconsidered: linguistic and archaeological evidence for prehistoric Polynesian contact with southern California. American Antiquity 70 (3): 457-484.

Kirch, P. 2000. On the road of the winds. An archaeological history of the Pacific islands before European contact. Berkeley: University of California Press. 424 pp.

Latcham, R. 1927. Las Relaciones Prehistóricas entre América y la Oceanía. La Información 16 (122): 545 ss.

Ling, S-S. 1956. Patu found in Taiwan and other East Asiatic regions and its parallels in Oceania and America. Bull. Dept. of Archaeol. and Anthrop. National Taiwan Univ. 7: 82-104.

Looser, G. 1932. Estatuilla de Piedra hallada en la Isla de Chiloé". Revista Chilena de Historia Natural XXXVI: 90-91.

Looser, G. 1931. Hacha Insignia de Llaima: Un Arma Neozelandesa hallada en el Sur de Chile. Buenos Aires: Solar. Pp. 201-208.

Lothrop, S. 1932. Aboriginal navigation off the west coast of South America. Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland 62: 229-256.

MacMillan Brown, J. 1924. The Riddle of the Pacific. London: T. Fisher Unwin, Marschall, Wolfgang.

Matisoo-Smith, E. y Ramírez, J. 2010. Human Skeletal Evidence of Polynesian presence in South America?: Metric analyses of six crania from Mocha Island, Chile. Journal of Pacific Archaeology I (1): 76-88.

Matisoo-Smith, E. y Robins, J. 2004. Origins and dispersals of pacific peoples: Evidence from mdDNA phylogenies of the Pacific rat. Proceedings of the National Academy of Science 101 (24): 9167-72.

Meggers, B. 1987. El Origen Transpacífico de la Cerámica Valdivia: Una Revaluación. Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino 2: 9-31.

Meggers, B. 1975. The Transpacific Origin of Mesomerican Civilization: A Preliminary Review of the Evidence and its Theoretical implications. American Anthropologist 77: 1-27.

Menghin, O. 1967. Relaciones Transpacíficas de América Precolombina. Runa X; 83-97.

Menghin, O. 1960. Relaciones Transpacíficas de la Cultura Araucana". Jornadas Int. de Arqueología y Etnología, Buenos Aires. Vol. 2: 90-97.

Oyarzún, A. 1934. Cultura aborigen de Chiloé. Revista Chilena de Historia y Geografía. 83: 235-259.

Oyarzún, A. 1927. Dos Puntas de Lanza Paleolíticas de la Isla de Pascua encontradas en un Cementerio Prehistórico de la Costa de Chile. Publicaciones del Museo de Etnología y Antropología de Chile IV (3-4): 273-276.

Phillips, P. 1966. The Role of Transpacific Contacts in the Development of New World Precolumbian Civilizations. Handbook of Middle American Indians Vol, 4: 296-315.

Ramírez, J. 2014. Navegantes polinesios: de lado a lado del Pacífico. En Mar de Chile (Aldunate, C. Ed.). Museo Chileno de Arte Precolombino, 84-101 pp.

Ramírez, J. 2010a. The Polynesia – Mapuche Connection: Soft and Hard Evidence and New Ideas. Rapa Nui Journal 24 (1): 29 – 33.

Ramírez, J. 2010b. Contacto polinésico en el sur de Chile: comprobación de una antigua hipótesis. XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena (Valdivia, 9-14 octubre 2006). Vol I: 483 - 492.

Ramírez, J. 1992. Contactos transpacíficos: Un acercamiento al problema de los supuestos rasgos polinésicos en la cultura Mapuche. Clava 5: 51-84.

Ramírez, J. 1990. Transpacific Contacts: The Mapuche Connection. Rapa Nui Journal 4 (4): 53-55.

Ramírez, J. y Matisoo-Smith, E. 2008. Polinesios en el sur de Chile en tiempos prehispánicos: evidencia dura y nuevas hipótesis. Clava 7: 85-100.

Rivet, P. 1956. Las relaciones antiguas entre Polinesia y América. Diogenes 4/16: 107-119.

San Martín, H. 1967. Nueva Teoría sobre el origen del pueblo araucano y el desarrollo de su Cultura. Revista del Pacífico 4 (4): 70-89.

Scaglion, R. 2004. Kumara in the Ecuadorian Gulf of Guayaquil? En The sweet potato in Oceania: A reappraisal (Ballard et al. Eds.) Ethnology Monographs 19, Oceania Monographs 56. Pittsburg and Sidney. Pp. 35-41.

Scaglion, R. y Cordero. M. 2007. Camote Ecuatoriano en Polinesia: Posible evidencia de su dispersión en tiempos prehistóricos. Revista de la Casa de la Cultura (Núcleo del Azuay) 19: 78-114.

Schobinger, J. 1956/7. Sobre los Antecedentes Morfológicos de las Clavas Semilunares Oceánico-Americanas. Runa VIII: 270-276.

Schobinger, J. 1956. Las 'Clavas Insignias' de Chile y la Argentina. Runa VII: 252-280.

Skjolsvold, A. 1994. Archaeological Investigations at Anakena, Easter Island. The Kon Tiki Museum Occ. Papers 3. 216 pp.

Storey. A., Quiroz, D., Ramírez, et al. 2008. Pre-Columbian Chickens, Dates, Isotopes and mtDNA. Proceedings of the National Academy of Sciences 105 (48): E99.

Storey, A., Ramírez, J., et al. 2007. Radiocarbon and DNA Evidence for a Pre-Columbian Introduction of Polynesian Chickens to Chile. Proceedings National Academy of Sciences 14 (25): 10335-10339.

Ureta, R. 1937. Contribución al Estudio de la Antropología Chilena. La Articulación Intermaxilar en Indígenas Chilenos. Tesis de Dentista. Universidad de Chile, Concepción. Imp. Carrera, Santiago.

Vergara, C. 1903. Tres cráneos de la Isla de La Mocha. En: La Isla de la Mocha (Reiche, C. Ed.) Anales del Museo Nacional de Chile. Santiago. 104 pág., 12 láminas, Cap. V: 18-22.

Wilhelm, O. 1957. Las Gallinas de la Isla de Pascua. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción XXII: 133 – 137.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 55-60 Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso

DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL UTILIZANDO EL MODELO DPSIR EN ZONAS COSTERAS MARINAS DE MÚLTIPLES USOS: EL CASO DE BAHÍA QUINTERO.

Fernanda Alfonso Aburto[1] y Luis Figueroa-Fábrega[2]

Resumen: La multiplicidad de actividades realizadas en Bahía Quintero la han transformado en una zona extraordinariamente vulnerable y contaminada, siendo urgente un manejo costero que asuma las complejidades inherentes del sistema y mejorar la eficacia de la gestión de los recursos. Para esto el objetivo del presente trabajo fue aplicar conceptualmente el modelo DPSIR enfocado en identificar las presiones (tanto antrópicas como naturales) que afectan al ecosistema de la bahía de Quintero, con la finalidad de identificar las variables de estado que deben ser incluidas en un monitoreo ambiental de la bahía.

Se desarrollaron modelos conceptuales del ecosistema basados en la comprensión científica además de literatura pertinente que reflejen los componentes críticos de la bahía de Quintero. De éstos, se definieron cuatro amplios módulos para este estudio, es decir, Forzantes (antrópicas o naturales) - Presiones - Cambio de Estado, e Impacto. Las presiones de origen antrópico en comparación con las de origen natural, son las que causan la mayor cantidad de cambios de estado, afectando tanto los parámetros físico-químicos en la columna de agua, como el fondo marino y el borde costero, que deben ser incluidos en cualquier monitoreo ambiental dentro de la bahía.

Palabras Claves: Manejo ecosistémico, Modelo conceptual, DPSIR, impacto ambiental, Bahía Quintero.

Abstract: The multiplicity of activities carried out in Bahía Quintero has transformed it into an extraordinarily vulnerable and contaminated area, with coastal management being urgently required to assume the inherent complexities of the system and to improve the efficiency of resource management. To this end, the objective of the present work was to conceptually apply the DPSIR model focused on identifying the pressures (both anthropic and natural) that affect the Quintero Bay ecosystem, in order to identify the state variables that should be included in a monitoring environmental protection of the bay.

Conceptual models of the ecosystem based on scientific understanding were developed along with pertinent literature reflecting the critical components of Quintero Bay. Of these, four broad modules were defined for this study, ie Forces (anthropogenic or natural) - Pressures - Change of State, and Impact. The pressures of anthropic origin in comparison with those of natural origin, are the ones that cause the greatest amount of state changes, affecting both the physico-chemical parameters in the water column, such as the seabed and the coastal edge, which must be included in any environmental monitoring within the bay.

Keyword: Ecosystem management, Conceptual model, DPSIR, environmental impact, Bahía Quintero.

1 Estudiante de Biología Marina, Universidad Andrés Bello. Avenida Francisco Bilbao 1841, Block A, Depto. 43, Providencia. F.alfonsoaburto@gmail.com
2 Ecólogo Marino, Investigador del Instituto de Fomento Pesquero, Académico de la Universidad de Viña del Mar. Blanco 839, Valparaíso. luis.figueroa@ifop.cl.

INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras son reconocidas como sistemas altamente complejos, debido a su condición de frontera entre los ecosistemas marinos y terrestres (Baldwin, et al., 2016). En estas zonas se presentan algunas de las comunidades naturales más productivas y ricas en cuanto a biodiversidad del planeta (Lewison, et al. 2016).

Sin embargo, es en estos lugares donde habita el 40% de la población mundial, (Agardy y Alder, 2005), ha provocado que estos ecosistemas estén sujetos a una serie de factores de estrés que amenazan su capacidad de supervivencia (Adger, 1999), situación que puede agravarse si se considera que se espera un aumento tanto en las poblaciones humanas como en el desarrollo industrial en estas áreas a lo largo del siglo XXI (Weinstein, et al. 2007).

Este escenario ha estimulado la necesidad de comprender los componentes del ecosistema marino, su interacción y su respuesta a diferentes agentes perturbadores, así como evaluar y mejorar las herramientas de gobierno en el manejo costero (Duarte, et al. 2008; Barbier, 2014; Rudd, 2014). Los desafíos en este sentido, para el manejo adecuado de estos ecosistemas, necesariamente pasan por definir y comprender la interacción de los procesos ecológicos y sociales, predecir el cambio y administrar el sistema, hacia una mayor persistencia y resiliencia (Lewison, et al. 2016).

En el último tiempo se ha visto que una herramienta eficiente para lograr esta integración del conocimiento, es el uso de modelos conceptuales ecosistémicos, tal como el modelo Forzante – Presiones - Estado – Impacto – Respuesta o DPSIR por sus siglas en inglés, el cual es un marco que incorpora la perspectiva de sistemas describiendo las interacciones entre presiones que afectan a varios estados del ecosistema y las respuestas que a su vez influyen en las presiones como relaciones causa-efecto (Bowen y Riley, 2003).

Bajo este modelo, los "forzantes o fuerzas motrices" son las políticas económicas y sociales de los gobiernos y los objetivos económicos y sociales de los involucrados en la industria. Las "presiones" son las formas en que se expresan realmente estos factores, que degradan el "Estado" del medio ambiente. Los "impactos" sobre la salud humana y los ecosistemas, haciendo que la sociedad "responda" con diversas medidas políticas, como por ejemplo las regulaciones de calidad ambiental (Borja, et al. 2015).

Por consiguiente, estos modelos pueden servir para el diseño de un programa de monitoreo, enfocado directamente en determinar el grado de las presiones a las que es sometido un ecosistema costero, en especial aquellos con un fuerte desarrollo industrial.

Una de las principales bahías de la costa central de Chile es la bahía de Quintero (Fig. 1). En esta bahía se encuentra un complejo industrial de dimensiones importantes (Parra, et al. 2014), que comparten el territorio con una comunidad de pescadores artesanales que realizan actividades extractivas de recursos bénticos utilizados principalmente para el consumo local, además de otras actividades llevadas a cabo en la zona como, inmobiliaria e infraestructura hotelera, defensa (presencia de una base de la Fuerza Aérea de Chile), actividad agrícola de pequeña escala, pesca artesanal, extracción de recursos hidrobiológicos (Grawe, 2016), turística (Contreras, et al. 2013). Este uso cada vez mayor y diverso ejecutado por los mismos seres humanos derivado de sus múltiples actividades ha conducido cambios en la vida marina, hábitats, y paisaje, y a un progresivo abandono de la actividad histórica, como son la pesca artesanal y la agricultura, que se ha visto fuertemente mermada producto de las instalaciones industriales (Espinoza, 2015; Valenzuela, 2016).



Figura 1. Ubicación geográfica de Bahía Quintero, Región de Valparaíso.

En el último tiempo, varios estudios han detectado altos niveles de metales pesados (principalmente cobre y arsénico) en sedimentos marinos y que se relacionan con las actividades industriales en el recurso de la zona (Contreras, et al. 2013, Parra, et al. 2015). Esta situación, así como la constante contaminación de origen industrial en la bahía, ha causado malestar y desconfianza entre los habitantes de la bahía (Sandoval, 2013; Valenzuela, 2016), obligando a las autoridades nacionales a implementar medidas de remediación

ecológica y restauración de la bahía. Para lograr el éxito de estas medidas, es necesario desarrollar diferentes iniciativas dirigidas tanto a la protección y restauración de los ecosistemas marinos como a la gestión adecuada y sostenible de estos ecosistemas (Rutherford, et al. 2005). Bajo este concepto, se ha contemplado el desarrollo de “Planes de Recuperación Ambiental” a nivel nacional, con los actores involucrados en una serie de territorios priorizados por la Subsecretaría de Medio Ambiente, siendo uno de ellos los municipios de Quintero y Puchuncaví, que administrativamente comparten la Bahía de Quintero.

Por esta razón, en el presente trabajo se intenta aplicar conceptualmente el modelo DPSIR enfocado en identificar las presiones (tanto antrópicas como naturales) que afectan al ecosistema de la bahía de Quintero, con la finalidad de identificar las variables de estado que deben ser incluidas en un monitoreo ambiental de la bahía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron modelos conceptuales del ecosistema basados en la comprensión científica de los componentes críticos de la bahía de Quintero. De éstos, se definieron cuatro amplios módulos para este estudio (es decir, Forzantes - Presiones - Cambio de Estado - Impacto). A partir del análisis de la información recogida, se identificaron dos tipos de orígenes de las fuerzas motrices: 1) los causados por orígenes naturales y 2) los realizados por acciones humanas (antrópicas).

En el caso de los clasificados como de origen natural, una de las características más relevantes es que difieren entre sí debido a las diferencias en las escalas temporal y espacial a las que actúan. Entre ellos, podemos mencionar el Cambio Climático, la Oscilación del Sur de El Niño, los Terremotos y Tsunamis y las Tormentas e Inflaciones. En el caso de las forzantes de origen antrópico, se identificaron diversos conductores, por ejemplo, los relacionados con el crecimiento demográfico, las actividades industriales (minería, generación de energía, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas, entre otros), desarrollo portuario, actividades pesqueras y turismo.

Para cada una de las forzantes identificadas se determinó la pertinencia de aquellas presiones físicas, químicas, biológicas y factores que interfieren directamente en el sistema, definidas por el grupo (IMPRESS, 2003) así como las utilizadas por otros autores (Borja, et al. 2004; Cook, et al. 2014; Nuttle y Fletcher, 2013). Además, se incluyeron aquellas presiones consideradas inherentes del ecosistema costero de la Bahía Quintero, como aquellas presiones naturales que son típicas de la costa chilena y de la corriente de Humboldt.

Posteriormente, se procedió a clasificarlas en cinco grupos afines según la zona donde se ejerce la presión: 1) Columna de agua marina, 2) cuerpos de agua dulce, 3) Fondos marinos (incluye intermareal y submareal), 4) suelos (terrestres y de cuerpos de agua dulce) y 5) comunidades marinas (fondos blandos, duros y columna de agua). Finalmente, mediante un ranking de repetitividad se determinarán las presiones relevantes.

RESULTADOS

En este trabajo, identificamos 62 presiones dentro de Bahía Quintero. De estas 17 presiones están relacionadas con el forzamiento de origen natural (Tabla 1), siendo recurrentes las contribuciones de los materiales terrígenos (n = 14), la destrucción de la costa (n = 11) y los cambios en el nivel del mar (n = 8). Por otro lado, 45 presiones se asociaron con origen antropogénico, siendo las más recurrentes la recogida de materiales peligrosos (n = 9) y el transporte de sustancias peligrosas (n = 5) (Tabla 2).

Presiones de origen natural	**n**
1. Alteración de la profundidad mínima de oxígeno.	4
2. Alteración de patrones de TSM.	2
3. Aportes de materiales terrígenos.	14
4. Aumento/disminución de caudales de agua dulce.	5
5. Aumento/disminución de precipitaciones.	4
6. Aumento/disminución de procesos de surgencia.	2
7. Cambios del régimen de corrientes	2
8. Cambios distribución geográfica de especies marinas.	1
9. Cambios en el nivel del mar.	8
10. Cambios en la estequiometría de elementos químicos.	1
11. Cambios en las cadenas tróficas.	1
12. Destrucción del borde costero.	11
13. Efectos en desarrollo larval de recursos.	1
14. Incremento de tormentas y marejadas.	7
15. Incremento en procesos de erosión y acresión.	4
16. Pérdida de la estructura comunitaria.	2
17. Pérdida del borde costero.	7
Total general	**76**

Tabla 1. Presiones identificadas preliminarmente en base a las forzantes de origen natural.

Presiones de origen antrópico.	n
1. Acopio de materiales peligrosos.	9
2. Actividades de pesca recreativa.	2
3. Actividades náuticas de verano.	2
4. Anclajes esporádicos.	2
5. Anclajes permanentes.	2
6. Aumento de tráfico marítimo.	2
7. Cambio de uso de suelo.	4
8. Demanda agua domiciliaria.	2
9. Demanda de agua industrial.	3
10. Demanda de combustibles de origen fósil.	1
11. Demanda de recursos energéticos industriales.	1
12. Derrame de carbón.	2
13. Dragados y remoción de fondo.	2
14. Emisión de aguas residuales.	1
15. Emisión de gases.	1
16. Emisión de hidrocarburos.	1
17. Emisión de material particulado (Principalmente Carbón).	3
18. Emisión de residuos biológicos.	2
19. Emisión de Riles.	1
20. Emisiones agrícolas (Nitratos).	1
21. Emisiones de aguas residuales domiciliarias no tratadas.	1
22. Emisiones de aguas residuales domiciliarias tratadas.	1
23. Emisiones de gases.	1
24. Emisiones de gases y material particulado.	2
25. Emisiones de material particulado.	1
26. Emisiones de RILes	1
27. Emisiones de RILes.	2
28. Explotación de algas.	2
29. Extracción de mariscos en la zona costera.	1

Tabla 2. Presiones identificadas preliminarmente en base a las forzantes de origen antrópico.

La Tabla 3 muestra los efectos que las presiones tuvieron sobre los atributos del ecosistema, dependiendo de su origen. A partir de esto, se puede deducir que las presiones de origen antrópico son las que causan la mayor cantidad de cambios de estado en comparación con los de origen natural (n = 13 de origen antropogénico y n = 6 de origen natural). Además, se observa que las presiones de origen antrópico se relacionan principalmente con cambios en los parámetros físico-químicos en la columna de agua (n = 25) (temperatura, salinidad, densidad, presencia de sustancias químicas, etc.) fondo marino (n = 11) y cambios morfológicos en el borde costero (n = 10). En cuanto a las naturales, se relacionan con cambios en la abundancia y distribución de los recursos marinos (n = 28) y cambios fisicoquímicos de la columna de agua.

Cambios de estado de variables ambientales	Número de presiones relacionadas
Origen Antrópico	**88**
Alteración física y química cuerpos de agua dulce.	6
Cambios de abundancia y distribución de recursos.	7
Cambios físicos del fondo marino.	11
Cambios fisicoquímicos en la columna de agua.	25
Cambios físicos columna de agua.	1
Cambios morfológicos.	10
Cambios químicos de columna de agua.	2
Cambios químicos de suelos.	2
Cambios químicos del suelo.	4
Cambios químicos fondos marinos.	3
Contaminación atmosférica.	7
Interacción negativa con mamíferos y aves marinas.	5
Peligro contaminación química.	5
Origen Natural	**76**
Alteración física y química cuerpos de agua dulce.	4
Cambios de abundancia y distribución de recursos.	28
Cambios físicos del fondo marino.	9
Cambios físico químicos en la columna de agua.	17
Cambios físicos del suelo.	7
Cambios morfológicos.	11
Total presiones	**164**

Tabla 3. Cambios de estado de variables ambientales en función del origen de la forzante y el número de presiones relacionados.

DISCUSIÓN

Estos resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por otros autores en ecosistemas marinos y costeros. Por ejemplo, Altman, et al. (2011) en el ecosistema de Golfo de Maine determina que las actividades antrópicas son los principales impulsores del cambio ecosistémico, identificando y describiendo un total de 21 forzantes de origen antrópico, de los cuales el desarrollo costero en cuencas hidrográficas, la pesca, la conservación de áreas marinas protegidas, el cambio climático y la contaminación son los conductores directos más recurrentes en la zona. Algo similar observa Borja, et al. (2004) en la costa del País Vasco, en España, donde la alteración morfológica y los vertidos de contaminante derivados de actividades antrópicas son las presiones de mayor relevancia en dichos ecosistemas.

Sin embargo, independientemente del origen de las Forzantes, los cambios físicos y químicos en la columna de agua fueron sin duda el principal atributo del ecosistema que es susceptible de ser afectado por un evento perturbador. Por esta razón, para correlacionar esta presión con el efecto sobre los servicios ecosistémicos identificados en un estudio previo en la bahía (Carcamo y Sfeir, 2016), se refuerza aún más la idea de la importancia de esta variable de estado en el ecosistema de Bahía Quintero.

Por lo tanto, y sobre la base de la información analizada en este estudio, la implementación de cualquier monitoreo ambiental dentro de la bahía, debería considerar el monitoreo tanto de las características físicas y químicas de la columna de agua, seguido de la calidad de los sedimentos marinos y finalmente de la morfología de la zona costera.

El seguimiento de las variables ambientales, orientadas a las presiones a las que el ecosistema es sometido, ha sido una sugerencia recurrente a nivel mundial (Song y Frostell, 2012) y que puede ser crucial para mejorar la comprensión y gestión de los ecosistemas marinos. Por otro lado, el uso del modelo DPSER ayudó a identificar las múltiples presiones que tiene el ecosistema de la Bahía Quintero, tanto de origen natural como antrópico. Por consiguiente, el modelo ayuda a abordar la necesidad de conocimiento científico necesario para apoyar la implementación de políticas locales, evaluar diferentes escenarios de actividades costeras, apoyar las decisiones de manejo y promover la sostenibilidad de los recursos costeros (Campuzano, et al. 2013).

Sin embargo, creemos que la participación de los usuarios finales del modelo o herramienta de gestión, que en este caso son las variables del estado, es de gran importancia para lograr su aceptación y garantizar la demanda y utilidad del programa de monitoreo. Esto está en consonancia con lo que han sugerido varios investigadores de todo el mundo para formular políticas y herramientas de toma de decisiones (Tscherning, et al. 2012), lo cual ayuda a evitar la dependencia de las causalidades únicas unidireccionales y que ha sido fuertemente criticadas cuando se aplica el DPSER en ecosistemas intervenidos (Niemeijer y Groot, 2008).

Por ello, el siguiente paso es la valorización de las diferentes presiones del ecosistema por parte de los usuarios y tomadores de decisiones, de tal manera que se logre una mayor comprensión de la sociedad en la gestión sostenible de la bahía y se logre la compatibilidad de las diferentes actividades que se reúnen en ella.

CONCLUSIONES

La aplicación del modelo conceptual DPSIR permitió identificar las múltiples presiones que tiene el ecosistema de la Bahía Quintero, tanto de origen natural como antrópico, siendo estas últimas las que provocan una mayor cantidad de cambios de estado, las cuales se relacionan principalmente con cambios en los parámetros físico-químicos en la columna de agua, seguido por cambios en el fondo marino y en el borde costero.

De esta forma, las variables de estados que deben ser incluidas en la implementación de cualquier monitoreo ambiental dentro de la bahía son las características físicas y químicas de la columna de agua como de los sedimentos marinos, y morfología de la zona costera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el aporte realizado por la alumna Nicol Zuñiga Cueto, de la Universidad Andrés Bello. Resultados parciales de este trabajo han sido presentados en el Congreso de Ciencias del Mar de mayo del 2017.

BIBLIOGRAFÍA

Agardy, T. y Alder, J. 2005 Coastal Systems. En: Hassan R, Al E (eds) cosystems and Human Well-being: Current State and Trends, Volume 1. Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Millennium Ecosystem Assessment Series, pp. 513–549.

Baldwin, C., Lewison, R., et al. 2016. Using the DPSIR framework for transdisciplinary training and knowledge elicitation in the Gulf of Thailand. Ocean Coast Manag (134):163–172.

Barbier, E. 2014. A global strategy for protecting vulnerable coastal populations. Nature (345):1250–1251.

Borja, A., Galparsoro, I. et al. 2015. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. Estuar Coast Shelf Sci (66):84–96.

Borja, A., Solaun, O. et al. 2004. Caracterización de las presiones e impactos en los estuarios y costa del País Vasco.

Bowen, R. y Riley, C. 2003. Socio-economic indicators and integrated coastal management. Ocean Coast Manag (46):299–312.

Campuzano, F., Mateus, M. et al. (2013) Integrated coastal zone management in South America : A look at three contrasting systems. Ocean Coast Manag (72):22–35.

Carcamo, F. y Sfeir, R. 2016. Servicios Eco sistémicos de Bahía Quintero. En: Determinación de los impactos en los recursos hidrobiológicos y en los ecosistemas marinos presentes en

el área de influencia del derrame de hidrocarburo de Bahía Quintero, V Región, pp. 611–660.

Cave, R., Andrews, J. et al. 2005. A review of sediment contamination by trace metals in the Humber catchment and estuary, and the implications for future estuary water quality. Estuar Coast Shelf Sci (62):547–557.

Cave, R., Ledoux, L. et al. 2003. The Humber catchment and its coastal area: From UK to European perspectives. En: Science of the Total Environment.

Contreras, M., Mellado, C., et al. 2013. Análisis de Riesgo Ecológico por Sustancias Potencialmente Contaminantes en el Aire, Suelo y Agua en las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

Cook, G., Fletcher, P. y Kelble, C. 2014. Towards marine ecosystem based management in South Florida : Investigating the connections among ecosystem pressures, states , and services in a complex coastal system. Ecol Indic (44):26–39.

Duarte, C., Dennison, W. et al. 2008. The Charisma of Coastal Ecosystems : Addressing the Imbalance. Perspect Estuar Coast Sci (31):233–238.

Espinoza, L. 2015. El polo industrial Quintero-Ventanas. ¿Hacia dónde fue el desarrollo? Rev Digit Ciencias Soc (2):245–269.

Grawe, M. 2016. Niveles de Metales Pesados en Peces Bentónicos Costeros de la Bahía de Quintero y Cachagua, Chile Central.

IMPRESS, 2003. Analysis of pressures and impacts in the water framework directive-common understanding. In: Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC), Luxembourg. p 152.

Lewison, R., Rudd, M. 2016. How the DPSIR framework can be used for structuring problems and facilitating empirical research in coastal systems. Environ Sci Policy (56):110–119.

Niemeijer, D. y Groot, R. (2008) Framing environmental indicators : moving from causal chains to causal networks. Environ Dev Sustain (10):89–106.

Nuttle, W. y Fletcher, P. 2013. Integrated Conceptual Ecosystem Model Development for the Southeast Florida Coastal Marine Ecosystem.

Parra, S., Bravo, M. et al. 2014. Distribution of trace elements in particle size fractions for contaminated soils by a copper smelting from different zones of the Puchuncaví Valley. Chemosphere (111):513–521.

Parra, S., Bravo, M. et al. 2015. Distribution and pollution assessment of trace elements in marine sediments in the Quintero Bay (Chile). Mar Pollut Bull (99):256–263.

Rudd, M. 2014. Scientists perspectives on global ocean research priorities. Front Mar Sci (1):1–20.

Rutherford, R., Herbert, G. et al. 2005. Integrated ocean management and the collaborative planning process: the Eastern Scotian Shelf Integrated Management (ESSIM). Mar Policy (29):75–83.

Sandoval, I. 2013. Construcción de resistencia ciudadana en un conflicto socio-ambiental. Estudio de la movilización del Consejo Ecológico Puchuncaví-Quintero contra el proyecto.

Song, X. y Frostell, B. 2012. The DPSIR Framework and a Pressure-Oriented Water Quality Monitoring Approach to Ecological River Restoration, pp. 670–682.

Tscherning, K., Helming, K., et al. 2012. Land Use Policy Does research applying the DPSIR framework support decision making ? Land use policy (29):102–110.

Valenzuela, L. 2016. Coppered Lives The Chilean sacrifice zone of Quintero Bay, The University of Sydney.

Weinstein, M., Baird, R., et al. 2007. Managing coastal resources in the 21st century. Front Ecol Environ (5):43–48.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 61-70 Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso

EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS POBLACIONALES Y ESTADO POBLACIONAL DE LAS ALGAS PARDAS DEL GÉNERO LESSONIA (LAMINARIALES, PHAEOPHYCEAE) EN ÁREAS DE MANEJO Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS BENTÓNICOS DEL NORTE DE CHILE.

Luis Figueroa-Fábrega[1], Tiare Padilla[2],
María José Herrera[3], Luis Ariz[4], Rodrigo Silva Haun[5].

Resumen: Un mecanismo para salvaguardar los recursos bentónicos es el sistema de "Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos" (AMERBs), el cual asume que los éxitos o fracasos del manejo dependen del cuidado que los usuarios tengan del área y sus recursos. En los últimos años se ha visto un incremento en el interés de extraer algas pardas desde estos lugares, principalmente del género Lessonia, las cuales son reconocidas a nivel mundial por ser estructuradoras de los ecosistemas costeros. En este sentido se evaluó la densidad promedio y el promedio del disco basal, para determinar el estado poblacional de las especies de algas pardas del género Lessonia que se extraen en AMERBS del Norte de Chile.

Los resultados muestran que en aquellas regiones con mayor historia de extracción en AMERBs, como Atacama y Coquimbo, se logra un remplazo poblacional efectivo del recurso lo que asegura su sustentabilidad al interior de las AMERBs. Esto no es observado en Tarapacá, lo que es un síntoma de la falta de buenas prácticas extractivas del recurso algal en AMERBs. Se propone el análisis integrado de las tendencias de ambas variables, como herramienta válida para determinar el estado de situación de las algas en AMERBs.

Palabras claves: Lessonia, AMERBs, parámetros poblacionales, situación poblacional.

Abstract: One mechanism to safeguard benthic resources is the "Areas of Management and Exploitation of Benthic Resources" (AMERBs), system which assumes that management successes or failures depend on the care users have of the area and its resources. In recent years there has been an increase in the interest of extracting brown algae from these sites, mainly the genus Lessonia, which are recognized worldwide for being structuring coastal ecosystems. In this sense, the average density and the mean of the basal disk were evaluated, in order to determine the population status of the species of brown algae of the genus Lessonia that are extracted in AMERBS of the north of Chile.

The results show that in those regions with the highest extraction history in AMERBs, such as Atacama and Coquimbo, an effective population replacement of the resource is achieved, which ensures its sustainability within the AMERBs. This is not observed in Tarapacá, which is a symptom of the lack of extractive good practices of the algal resource in AMERBs. The integrated analysis of the trends of both variables is proposed as a valid tool to determine the status of algae in AMERBs.

Keyword: Lessonia, AMERBs, population situation, population parameters.

1 Ecólogo Marino, Investigador del Instituto de Fomento Pesquero, Académico de la Universidad de Viña del Mar. Blanco 839, Valparaíso. luis.figueroa@ifop.cl.
2 Estudiante de Biología Marina, Universidad de Valparaíso. Avenida Borgoño 16344, Viña del Mar.
3 Ingeniera Química Ambiental, Ministerio de Medioambiente, Departamento de Información Ambiental. San Martin 73, Santiago.
4 Ingeniero Pesquero, Instituto de Fomento Pesquero. Blanco 839, Valparaíso.
5 Ingeniero en Medioambiente y Recursos Naturales. Magister en Gestión Ambiental. Jefe de Carrera de Ingeniera en Medioambiente y Recursos Naturales de la Universidad de Viña del Mar. Agua Santa s/n. Viña del Mar.

INTRODUCCIÓN

Los Bosques y praderas de algas pardas, son sistemas altamente productivos (Kain y Jones, 1971, Sjøtun, et al. 1995) que desempeñan importantes funciones ecológicas en los ecosistemas marinos costeros (Makino, et al. 2009, Mansilla y Alveal, 2010). Sin embargo, en distintas partes del mundo se ha registrado un aumento en la degradación de estas poblaciones, lo cual ha sido provocado principalmente por la sobreexplotación, tanto de las mismas algas como de otras especies asociadas a ellas (Reed y Lewis, 1994, Jackson, et al. 2001, Steneck, et al. 2002, Wernberg y Goldberg, 2008, Wernberg, 2009).

Dentro de este grupo, se encuentran las del género Lessonia (*Laminariales, Phaeophyceae*), las cuales incluyen un conjunto de especies distribuidas en las costas de Sudamérica, Nueva Zelanda, Tasmania y algunas Islas cercanas al continente Antártico (Cho, et al. 2006).

En las costas de nuestro país, se ha descrito la presencia de tres especies pertenecientes a dicho género, estas son: *Lessonia trabeculata*, *Lessonia beteroana* y *Lessonia spicata*. Sus diferencias además de morfológicas, se basan en los rangos de distribución tanto batial como geográfica. Por ejemplo, *Lessonia trabeculata* (Villouta y Santelices, 1986) (Phaeophyceae, Laminariales) se caracteriza por alcanzar longitudes que superan los 2 m de largo (Camus y Ojeda, 1992, Tala, et al. 2004), y se distribuye en Chile entre los 18°S y los 40°S (Avila, et al. 2010), habitando de preferencia el submareal rocoso entre los 2 y los 30 m de profundidad (Vásquez y Buschmann, 1997, Vega, et al. 2005). Por otro lado *Lessonia berteroana* y *Lessonia spicata*, se encuentran en el intermareal inferior, hasta los 3 metros de profundidad (González, et al. 2014). Ambas especies solían ser identificadas como *Lessonia nigrescens*, pero estudios recientes han demostrado que existen diferencias genéticas y moleculares, separándose la antigua especie geográficamente en dos, con *L. berteroana* desde los 30°S al norte y *L. spicata* desde los 30°S al sur (Montecinos, et al. 2012, Tellier, et al. 2009).

Independiente de los aspectos sistemáticos, las tres especies del género han sido reconocidas como especies estructuradoras de hábitat en el submareal rocoso (Angel y Ojeda, 2001; Ortiz, 2010; Vasquez, 1992) ya que forman intrincados laberintos que dan origen a densas y tupidas praderas submarinas (Graham, et al. 2007; Núñez y Vásquez, 1987; Villegas, et al. 2008), proporcionando refugio, alimento y hábitat para una gran diversidad de invertebrados, peces, y otras algas marinas (Mann y Chapman, 1975; Bernstein y Mann, 1982; Vasquez,1992; Vega, et al. 2005; Mansilla y Alveal, 2010).

Ante esto, se ha sugerido a nivel internacional la adopción de una serie de acciones y mecanismos que apuntan a mejorar la gestión de los ecosistemas costeros y sus recursos (Garcia y Grainger, 2005; Hilborn, et al. 2005; Pauly, et al. 2002) de tal manera de no poner en riesgo la sustentabilidad de ecosistemas tan importantes para la productividad de los sistemas marinos.

En Chile, uno de los principales mecanismos para salvaguardar los recursos bentónicos de interés comercial a lo largo de la costa, ha sido el sistema "Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos" (AMERBS). Este sistema ha sido considerado una forma de asignación de derechos de uso territorial (San Martín, et al. 2010; Stotz, 1997), cuyo sustento radica en la entrega de la administración de los recursos a la comunidad de pescadores, bajo el supuesto que el éxito o fracaso de dicha gobernanza dependerá del cuidado del área y del recurso por parte de los usuarios, previniendo de esta manera la sobreexplotación (Gallardo, et al. 2011, Hilborn, et al. 2005, Orensanz, et al. 1998).

Sin bien es cierto, el sistema fue diseñado para la pesquería del gastrópodo *Concholepas concholepas* (Bruguière, 1789), con el correr del tiempo se han incluido otras especies a la medida de manejo (Gelcich, et al. 2005, 2010; González, et al. 2006), entre las que están las especies del género Lessonia. De hecho, estas especies han sufrido una fuerte presión de extracción (ver Fig.1), debido principalmente a un aumento en el precio del recurso, tanto para la obtención de alginatos, como para fuente de alimentación para especies cultivadas como Erizos y Abalones (Tala y Edding, 2007; Vasquez, et al. 2008).

Ante esta situación, se hace necesario identificar indicadores que nos permitan determina el estado de situación de las poblaciones bajo cierto grado de presión de extracción, para lo cual la búsqueda de patrones en los descriptores poblacionales actuales es de suma importancia para tomar medidas que ayuden a proteger el recurso y su sustentabilidad.

Por consiguiente, el presente trabajo evalúo la efectividad del uso de la densidad promedio y el promedio del disco basal, como indicadores del estado poblacional de las especies de algas pardas del género Lessonia, intentando entregar algunas explicaciones que ayuden a proponer medidas de resguardo ante determinadas situaciones observadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información, tanto de la densidad poblacional, como del diámetro del disco basal, de las especies del géne-

ro Lessonia (ie. *Lessonia trabeculata*, *L. berteroana* y *L. spicata*), se determinó a partir del análisis de los reportes técnicos contenidos en los Informes Técnicos de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura para cada AMERBS entre los años 2012 – agosto 2016.

Las AMERBS analizadas fueron aquellas que reportaron información de las algas pardas en sus informes de seguimiento, y que se encuentran localizadas entre la Región de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo, zona donde se concentra la extracción histórica del recurso en AMERBS (ver Fig 1).

El análisis regional fue realizado separando la especie L. trabeculata del complejo Huiro negro, este último conformado por las especies *Lessonia berteroana* y *L. spicata*. Esto se debe a que ambas especies habitan ambientes completamente diferentes en la escala batial.

Posteriormente, se procedió a organizar la información tanto de la densidad poblacional (ind/m2), como del diámetro del disco basal (cm) de todas aquellas áreas de manejo que evaluaron y reportaron dicha información en el citado periodo de tiempo, considerando dos escalas espaciales: una regional y otra nacional.

El análisis a nivel regional consideró la información de los informes técnicos emitidos entre 2012 y agosto del 2016, para lo cual se confeccionó una serie de representaciones gráficas de ambas variables por año y región.

Para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos años en las variables mencionadas, se realizaron análisis de varianzas (ANDEVA), con niveles de confianza superiores al 95% (Sokal y Rolfh, 1995).

Cuando los datos, a pesar de ser transformados, no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza, se procedió a evaluar las diferencias entre grupos mediante el test no paramétrico de Kruskal Wallis KW (Sokal y Rolfh, 1995).

Luego, y con la finalidad de determinar cuántos grupos significativamente difieren entre sí, se realizó el test a posteriori de Bonferroni, procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras cuando se tiene un número de datos dispares (Sokal y Rolfh, 1995).

Finalmente, en base a las tendencias observadas, se procedió a realizar un cuadro explicativo de la situación general que puede estar representando dichas tendencias, y su posible explicación, la cual es presentada en el presente trabajo como una posible hipótesis de trabajo para investigaciones futuras.

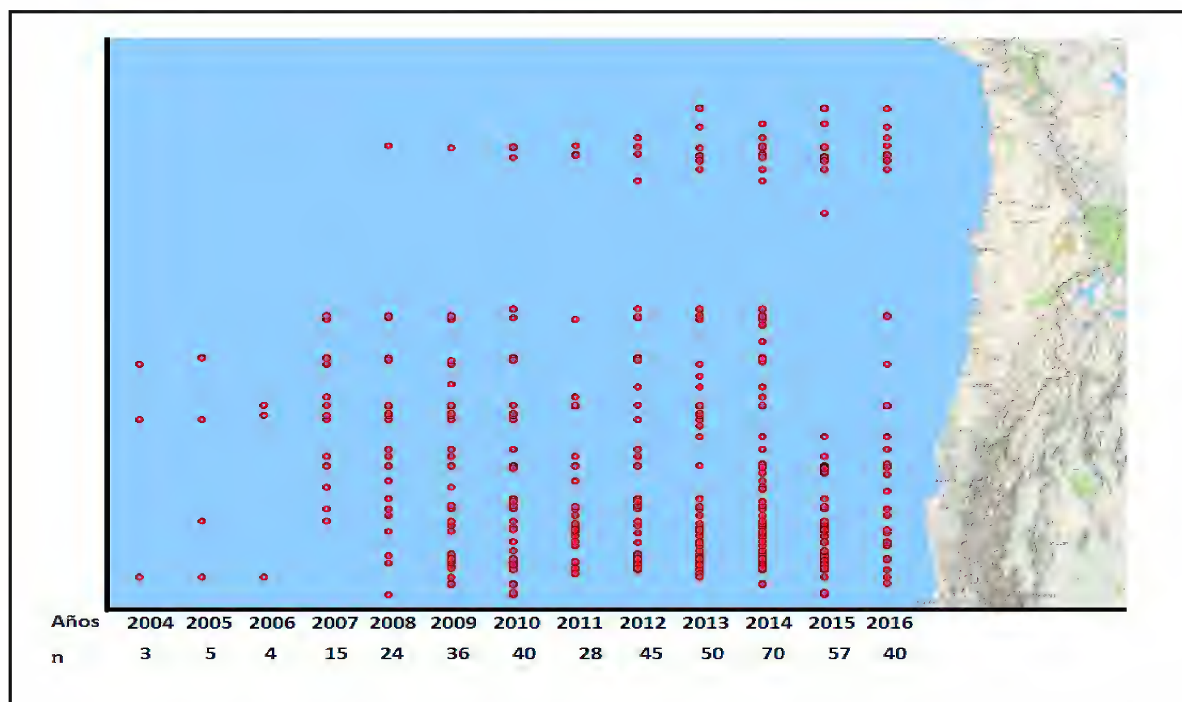


Figura 1. Áreas de Manejo y de Explotación de Recursos Bentónicos distribuidos entre Arica y Valparaíso, que incluyeron en sus Estudios de Situación Base (ESBA) o en los Estudios de Seguimiento el recurso Huiro Negro entre los años 2004 y 2016.

RESULTADOS

a. Análisis a nivel regional del complejo Huiro Negro (L. berteroana y L. spicata)

Del análisis para el complejo Huiro Negro se determinó que no existen AMERBS con algas pardas como especie principal, en los seguimientos de la región de Arica y Parinacota iniciándose el reporte de estas especies a partir de la localidad de Pisagua, en la Región de Tarapacá. Mientras que en la región de Antofagasta el registro histórico es muy acotado como para realizar un análisis de tendencias.

Para el caso de la Región de Tarapacá se constató (Fig. 2A) que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años analizados, pero las tendencias nos muestran que al aumentar el tamaño del disco disminuye la densidad del recurso y viceversa.

En cuanto a la Región de Atacama, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas tanto en la densidad (F=3,42; P=0,0473), como en el diámetro del disco (Kw=5,21; P=0,012), entre los distintos años analizados (Fig. 2B). En el caso de la densidad, el aumento detectado en el año 2016 fue estadísticamente diferente al observado en años anteriores. Este aumento de la densidad en el 2016, es coincidente con la disminución en el promedio del tamaño del disco entre los distintos años, con dos grupos diferentes: uno conformado con las densidades registradas en los años 2013 y 2014 y otro para el 2015 y 2016.

En cuanto a la Región de Coquimbo, el análisis determinó que existieron diferencias estadísticamente significativas tanto en la densidad (F=1,71; P=0,016), como en el diámetro del disco (Kw=7,90; P=0,04) (Fig. 2C), entre los distintos años analizados.

La baja densidad registrada en el 2013 contrasta con las densidades de los años posteriores, pero la presencia de diferencias significativas responde al fuerte aumento en el promedio del diámetro del disco en el 2015. Al igual que en la Región de Atacama, al aumentar la densidad, disminuye el tamaño del disco, lo que debe ser el resultado del ingreso de nuevos individuos a la población.

b) Análisis a nivel regional de la especie Lessonia trabeculata

El número de AMERBs que incluyeron en sus estudios al recurso L. trabeculata como especie principal dentro de sus informes de Seguimiento aumento fuertemente en los últimos 6 años (Fig. 3), siendo las regiones de Atacama y Coquimbo donde más años se ha incluido estas especies en los registros. Por otra parte, y al igual que en el complejo de especies Huiro Negro, no se registraron AMERBS que incluyesen algas pardas en sus seguimientos tanto en la región de Arica y Parinacota, y en menor escala en la de Antofagasta.

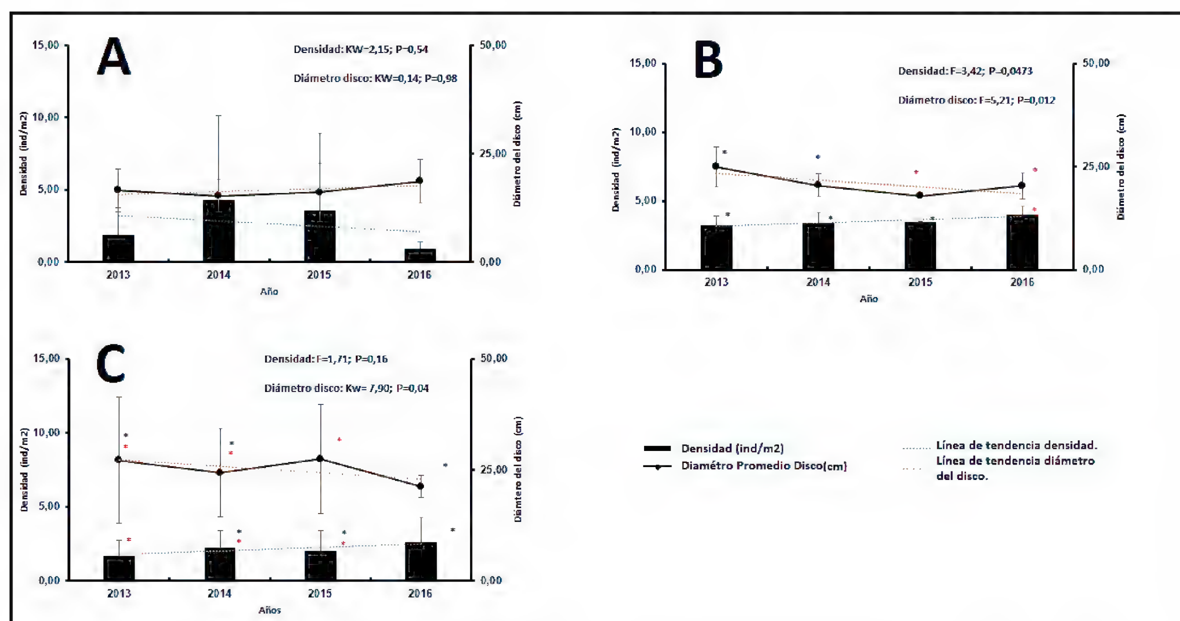


Figura 2. Densidad Promedio (Barras Negras) y el Diámetro de Promedio del Disco Basal (líneas con puntos negros) y sus respectivas desviaciones estándares entre los años 2013, 2014, 2015 y 2016 reportados en AMERBS en las regiones de (A) Tarapacá, (B) Atacama y (C) Coquimbo para el complejo de especies Huiro Negro (Lessonia berteroana y L. spicata). Las líneas punteadas representan la tendencia a nivel interanual. Los asteriscos y cruces indican grupos distintos estadísticamente por medio del análisis a posteriori de Bonferroni).



Figura 3. Áreas de Manejo y de Explotación de Recursos Bentónicos distribuidos entre Arica y Valparaíso, que incluyeron en sus Estudios de Situación Base (ESBA) o en los Estudios de Seguimiento el recurso Lessonia trabeculata, entre los años 2004 y 2016.

En relación a los patrones tanto de la densidad promedio, como del diámetro del disco basal, se pudo observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años analizados solo para esta última variable, con una clara tendencia a disminuir y con la presencia de tres grupos de años diferenciados estadísticamente entre sí. Por otra parte, para el caso de la densidad se puede apreciar que, si bien no existen diferencias estadísticamente significativas, la tendencia general es a disminuir su densidad.

Para el caso de la Región de Atacama (Fig. 4B), se observó que no existen diferencias significativas tanto en la densidad (F=1,10; P=0,5571), como en el diámetro del disco (Kw=2,07; P=0,5571), entre los distintos años analizados. A pesar de esto, en ambos casos la tendencia es a incrementarse con el paso de los años, aunque para el diámetro del disco este incremento es menos abrupto.

En la Figura 4C, se detectó que la densidad promedio regional tiene una leve tendencia a disminuir entre el 2013 y el 2016, aunque no hay diferencias significativas, lo cual también se observó en el diámetro del disco. Esto llama poderosamente la atención si consideramos que esta región es una de las zonas donde mayor extracción se reporta para la especie, tanto dentro como fuera de las AMERBs.

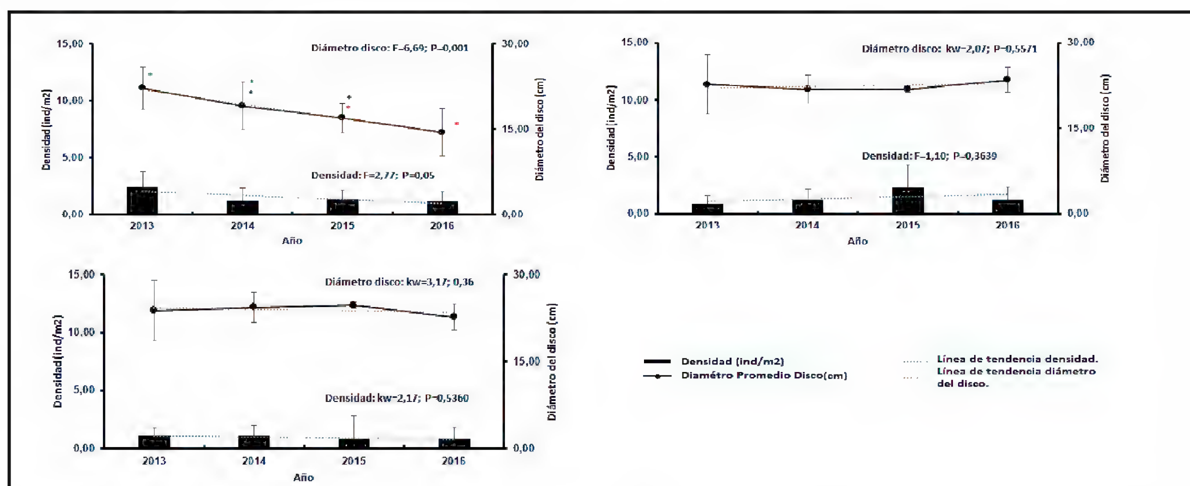


Figura 4. Densidad Promedio (Barras Negras) y el Diámetro de Promedio del Disco Basal (líneas con puntos negros) y sus respectivas desviaciones estándares entre los años 2013, 2014, 2015 y 2016 reportados en AMERBS en las regiones de (A) Tarapacá, (B) Atacama y (C) Coquimbo para la especie Lessonia trabeculata). Las líneas punteadas representan la tendencia a nivel interanual. Los asteriscos y cruces indican grupos distintos estadísticamente por medio del análisis a posteriori de Bonferroni).

C. Análisis a escala nacional y supuestos asociados a las tendencias observadas

En la Tabla 1 se resumió las posibles asociaciones observadas entre cada variable analizada, el estado de situación que se puede inferir, su respectiva explicación y una predicción del estado poblacional, asociados a factores biológicos para las especies analizadas.

	Densidad (Ind/m²)	Diámetro Basal del Disco (cm)	Situación		Explicación asociada	Predicción
Tendencia	+	+	A	Aumento poblacional y predominancia individuos adultos	Bosque o pradera con individuos adultos con posible coalescencia, con renovación efectiva	Población estable a mediano y largo plazo
		-	B	Aumento poblacional y aumento individuos juveniles	Bosque o pradera con renovación poblacional incrementada	Población estable a largo plazo.
	-	+	C	Disminución poblacional y predominancia de individuos adultos	Bosque o pradera con perdida de individuos, posible coalescencia, sin renovación efectiva	Población en declive en el largo plazo.
		-	D	Disminución Poblacional y aumento individuos juveniles	Bosque o pradera con perdida de individuos sin renovación efectiva	Población en declive en el corto y largo plazo.

Tabla 1. Tendencias teóricas esperables para la densidad (ind/m2) y diámetro del disco (cm), sus posibles explicaciones asociadas según las características biológicas y ecológicas de las especies y la predicción relacionada a la población.

Mientras que en la Tabla 2 se mencionó las tendencias a nivel regional para ambas variables y el estado de situación asociado descrito en la Tabla 1, determinándose un patrón regional para cada especie y año.

Región de Tarapacá	Complejo Huiro Negro			*Lessonia trabeculata*		
	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación
	(Ind/m²)	(cm)		(Ind/m²)	(cm)	
2013 -2014	+	-	B	-	-	D
2014 - 2015	-	+	C	-	-	D
2015 - 2016	-	+	C	-	-	D
Región de Atacama	Complejo Huiro Negro			*Lessonia trabeculata*		
	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación
	(Ind/m²)	(cm)		(Ind/m²)	(cm)	
2013 -2014	+	-	B	+	+	A
2014 - 2015	+	-	B	+	+	A
2015 - 2016	+	+	A	+	+	A
Región de Coquimbo	Complejo Huiro Negro			*Lessonia trabeculata*		
	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación	Densidad	Diámetro Basal del Disco	Situación
	(Ind/m²)	(cm)		(Ind/m²)	(cm)	
2013 -2014	+	-	B	0	+	A o C
2014 - 2015	-	+	C	-	+	C
2015 - 2016	+	-	B	-	-	D

Tabla 2. Resumen de las tendencias observadas en la densidad (ind/m2) y diámetro del disco (cm) para las especies del género Lessonia entre el 2013 y el 2016 entre las regiones de Tarapacá, Atacama y Coquimbo y el estado de situación planteado en relación a la tabla 1

Finalmente podemos proponer un patrón general a nivel nacional (Fig. 5) para el estado del género Lessonia entre el 2012 y 2016 donde se observó dos etapas: la primera con un aumento de la densidad y una disminución del diámetro basal del disco, lo que en base a nuestros criterios responde a la existencia de bosques o praderas con renovación poblacional incrementada entre el 2012 – 2014 y una disminución de la densidad poblacional, pero con un aumento en el diámetro del disco, lo que reflejaría una perdida de individuos, la posible coalescencia y perdida de renovación poblacional efectiva.

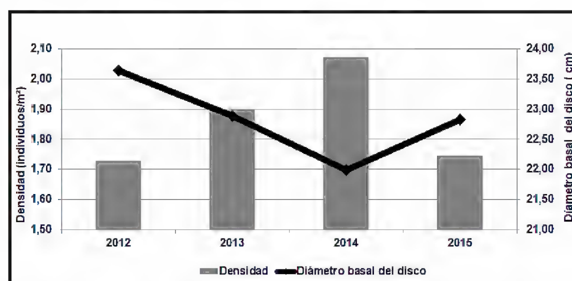


Figura 5. Patrón general para la densidad promedio (ind/m2) y el Diámetro basal del Disco (cm) para el Género Lessonia a nivel nacional entre los años 2013 y 2016, reportadas en AMERBS entre las regiones de Tarapacá y Coquimbo.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran el incremento del interés por incluir las especies del género Lessonia dentro de las especies principales a ser sujeto de extracción en las AMERBs del norte de Chile en los últimos 5 años. En cuanto a los patrones observados en la densidad y diámetro del disco en estas algas pardas, se apreció que el análisis de ambas variables es importante para conocer el estado poblacional de las distintas especies del género Lessonia, y pueden ser consideradas como un buen indicador para evaluar el grado de sustentabilidad de la extracción del recurso, tal como ha sido sugerido anteriormente por Vega, et al. (2014).

Sin embargo, es necesario tener en cuenta cuales son las posibles interacciones entre las distintas variables en evaluación, así como las causas que pueden estar originando este tipo de patrones y tendencias. De hecho, si se quiere que estos patrones se comporten como indicadores del estado situacional de las poblaciones sometidas en este caso a una perturbación, es necesario que reflejen, de manera simple, los distintos procesos biológicos y/o extractivos que estén ocurriendo en la naturaleza (Ehler, 2003). Por ejemplo, en una

pradera libre de perturbaciones, es de esperar que se aprecien fenómenos biológicos equilibrados, que den cuenta tanto del crecimiento de la población (eg. aumento de la densidad por ingreso de reclutas (Vega, et al. 2014)), como del crecimiento natural de los individuos y sus procesos asociados (eg. Crecimiento individual y/o coalescencia o fusión entre individuos (González, et al. 2014)). Por consiguiente, este patrón debiese representar la sustentabilidad de la pradera en el mediano y largo plazo, debido al reemplazo que se origina en aquellos lugares o espacios que han quedado libres por la mortalidad natural (Vásquez, et al. 2012).

Por otra parte, en una pradera sometida a buenas prácticas de manejo, o sometida a extracción regulada, es esperable que el ingreso de reclutas sea de tal magnitud que asegure la abundancia poblacional, a pesar de que exista una disminución en el tamaño promedio del disco basal, lo cual reflejaría el repoblamiento o reemplazo efectivo de la pradera, de tal manera que la disponibilidad de sustratos después de la cosecha favorece el reclutamiento de la especie, permitiendo su sustentabilidad en el tiempo (Vásquez et al. 2012, Vega et al. 2014).

Ambos casos son observados en los patrones anuales registrados en las regiones de Atacama y Coquimbo, existiendo un aumento en la densidad para ambas especies, lo que refleja el éxito reproductivo en ambas regiones. A pesar de esto, existen diferencias en los patrones asociados al diámetro basal del disco, lo que manifiesta la existencia de fenómenos de coalescencia (ie. fusión de organismos) y perdida de individuos de mayor tamaño, sin afectar el remplazo poblacional.

Por consiguiente en ambas regiones, existiría renovación de la pradera sometida a extracción, reflejando la efectividad de las AMERB para asegurar la sustentabilidad del recurso, tal como ha sido observado en otro tipo de estudios, donde se ha registrado que los patrones poblacionales tienen comportamientos similares en áreas sometidas al régimen de AMERBS y en Áreas Marinas Protegidas (AMPs) (Vega, et al. 2014), lo que estaría asociado a la efectividad en el manejo dentro de las AMERBs (Gelcich, et al. 2009).

Diametralmente distinta es la situación observada en los patrones de ambas variables en la Región de Tarapacá. En este caso, el estado de situación en ambas especies ha sido definida como de tipo C y D, lo que se asocia a una clara disminución de la densidad poblacional. Esto refleja que, dentro de las AMERBs, no existe una renovación poblacional optima, lo que pone en riesgo la sustentabilidad del recurso. Ahora bien, hay diferencias entre las especies estudiadas en relación al diámetro del disco para esta zona. Por ejemplo, para el caso del Complejo Huiro Negro, el diámetro del disco aumenta en los periodos 2014 -2015 y 2015 – 2016, lo que indica la existencia de procesos de coalescencia incrementada. En este sentido se ha esgrimido que la existencia de este fenómeno aumentan el tamaño del disco, formando individuos de tamaño cosechable (> 20 cm de diámetro) (González, et al. 2014), pero que carecen de estructuras reproductivas (ie. falta de madurez), no contribuyendo al reemplazo de la población (Rodríguez, et al. 2014), poniendo en riesgo la renovación de la especie (Vega, et al. 2014).

Por otro lado, para el caso de *Lessonia trabeculata* en la Región de Tarapacá, los patrones en ambas variables tienden a disminuir. Esto tiene distintas implicancias ya que estaríamos en presencia de una falla en el reemplazo de la población, explicada por una fuerte disminución en la presencia de individuos adultos con capacidad de reproducción, lo cual disminuiría el potencial de regeneración, dando paso a otros fenómenos que acrecientan la disminución de la población, como por ejemplo la ausencia de regulación de especies herbívoras como Caracoles o erizos por medio de la acción físicas de las algas adultas o efecto látigo (Perreault, et al. 2014).

Ahora bien, el uso del análisis de las tendencias de ambas variables a escala nacional para las especies del género Lessonia, nos ayuda a tener una visión general de las poblaciones. De hecho, la disminución en la proporción de adultos que permite una dominancia de juveniles y reclutas es un efecto claro de la presión de extracción a la que es sometido el recurso, y que ha sido reportado en otras especies de algas pardas (eg. Thompson et al. 2010, Wootton y Pfister, 2013) y cuyos efectos se pueden a prolongar en el tiempo, con efectos negativos para el ecosistema (Seeley y Schlesinger, 2012).

En cuanto a las diferencias encontradas a nivel regional, pueden ser atribuidas a las particularidades tanto del mercado, como del nivel de madurez del régimen AMERBs. De hecho, para explicar el éxito en el reemplazo poblacional observado en las Regiones de Atacama y Coquimbo, se puede argumentar que estas zonas llevan más tiempo cosechando algas, por lo que es de esperar que exista una mayor internalización de las implicancias asociadas a extraer el recurso algal de las AMERBs por parte de los pescadores artesanales, tal como lo ha sugerido Gelcich, et al. (2014), lo que ayuda a entender el éxito de las AMERBs en asegurar la extracción del recurso en el tiempo. Mientras que, en el caso de la Región de Tarapacá, la extracción se ha visto incrementada recién en los últimos 5 años, por lo

que los patrones observados serian el reflejo de la sobreexplotación, falta de cuidado y falta de aprendizajes en el manejo de los recursos costeros, afectando por consiguiente la efectividad de las AMERBs para lograr la sustentabilidad de los recursos bentónicos.

Esto es preocupante, pues de ser esto así, no solo se pone en riesgo la sustentabilidad del recurso algal en particular, sino que de todas las especies que se vinculan a estas especies estructuradoras. Adicionalmente, es muy probable que el fenómeno observado en las AMERBs de la Región de Tarapacá, se repita en aquellas regiones del sur de Chile, donde existe interés por extraer especies del género Lessonia, situación que ha comenzado a ser reportado recientemente en las regiones de Los Lagos, Los Ríos y Biobío.

Ante esto, es necesario establecer criterios a partir de los patrones y tendencias de los mismos, de tal manera que permitan evaluar y manejar de mejor manera los recursos, e incluso, cuando el reclutamiento ha fallado, proponer medidas de repoblamiento y de gestión que permitan revertir la situación.

Evidentemente, es necesario seguir mejorando este tipo de herramientas, pero incluyendo una escala local menor (ie. a escala individual de AMERBS o grupos acotados geográficamente de ellas). Sin embargo, la presente herramienta de análisis puede ayudar a orientar las medidas de manejo, haciéndolo adaptativo al estado poblacional del recurso.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que existe un aumento en la densidad en la mayoría de los casos, acompañado de una disminución del diámetro del disco. Esto podría estar relacionado al incremento de individuos de menor tamaño (reclutamiento) al sistema. Sin embargo, la recolonización de un área sometida a la remoción de algas no es inmediata, lo que puede explicar las diferencias encontradas en los patrones regionales. La recolonización de un área sujeta a remoción no es inmediata, por lo que un reemplazo poblacional deficiente puede tener efectos no deseados en las intrincadas relaciones comunitarias, poniendo en riesgo la efectividad de las AMERBs en cuanto a la sustentabilidad de los recursos.

Esta situación puede ser compleja si consideramos el rol ecológico que estas especies tienen en la zona costera, por lo que el uso del análisis de patrones de tendencia, de la densidad como del diámetro basal del disco, puede ser una herramienta efectiva para la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el aporte realizado en terreno, a los biólogos marinos Claudio Vega y Lianella Diaz, y a los Buzos Técnicos Yerco Peña, Arturo Lebtun y Alex Gonzales del Instituto de Fomento Pesquero. Adicionalmente se agradece por su trabajo de gabinete a las estudiantes Romina Arancibia de la Universidad de Viña del Mar y María Jesús Valdez del DUOC – UC Valparaíso. Este estudio ha sido financiado por el proyecto Seguimiento de Pesquerías Bajo el Régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos del Ministerio de Economía y llevado a cabo por el Instituto de Fomento Pesquero. Resultados parciales de este trabajo han sido presentados en el Congreso de Ciencias del Mar de mayo del 2017, en el Congreso Internacional de Conservación Marina realizado en Coquimbo en septiembre del 2017 y en el Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar de Noviembre del 2017.

BIBLIOGRAFÍA

Abdullah, M. y Fredriksen, S. 2004. Production, respiration and exudation of dissolved organic matter by the kelp Laminaria hyperborea along the west coast of Norway. Journal of the Marine Biological Association of the UK (84):887–894.

Angel, A. y Ojeda, F. 2001. Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the northern Chilean coast: The effect of habitat complexity. Marine Ecology Progress Series (217):81–91.

Avila, M., Merino, C., Guissen, K. y Piel, M. 2010. Manual de Cultivo de Macroalgas Pardas. Puerto Montt.

Bernstein, B. y Mann, K. 1982. Changes in the Nearshore Ecosystem of the Atlantic Coast of Nova Scotia, 1968-81. Scientific Council Studies (5):101–105.

Camus, P. y Ojeda, F. 1992. Scale-dependent variability of density estimates and morphometric relationships in subtidal stands of the kelp Lessonia trabeculata in northern and central Chile. Marine Ecology Progress Series, 90(2), 193–200.

Cho, G., Klochkova, N. et al. 2006. The reclassification of Lessonia laminarioides (Laminariales, Phaeophyceae): Pseudolessonia gen. nov. Journal of Phycology, 42(6), 1289–1299.

Dubi, A. y Tørum, A. 1994. Wave damping by kelp vegetation. En: Proceedings of the 24th International Conference on Coastal Engineering. Kobe, Japan: American Society of Civil Engineers, pp. 142–156.

Edding, M., Fonck, E. y Macchiavello, J. 1994. Lessonia. In I. Akatsuka (Ed.), Biology of economic algae The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing, pp. 407–446.

Edding, M., Fonck, E., et al. 1993. A comparison between two populations of Lessonia trabeculata (Phaeophyta, Laminariales) microscopic stages. Hidrobiology, 260/261, pp. 231–237.

Ehler, C. 2003. Indicators to measure governance performance in integrated coastal management. Ocean y Coastal Management (46): 335–345.

Gallardo, F., Stotz, W., et al. 2011. Emerging commons within artisanal fisheries. The Chilean Territorial Use Rights for Fisheries (TURFs) within a broader coastal landscape. International Journal of the Commons 5(2):459–484.

Garcia, S. y Grainger, R. 2005. Gloom and doom? The future of marine capture fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society of London.

Gelcich, S. Godoy, N. y Castilla, J. 2009. Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. Ocean y Coastal Management 52(8):424–432.

González, A., Borras-Chavez, R. et al. 2014. Morphological, ultrastructural, and genetic characterization of coalescence in the intertidal and shallow subtidal kelps Lessonia spicata and Lessonia berteroana (Laminariales, Heterokontophyta). Journal of Applied Phycology 26(2):1107–1113.

Graham, M. Vásquez, J. y Buschmann, A. 2007. Global ecology of the giant kelp Macrocystis: from ecotypes to ecosystems. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 45, 39–88.

Hilborn, R., Orensanz, J. y Parma, A. 2005. Institutions, incentives and the future of fisheries. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences 360(1453):47–57.

Jackson, J., Kirby, M. et al. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science (New York, N.Y.) 293(5530): 629–637.

Kain, J. y Jones, N. 1971. The biology of Laminaria hyperborea Some Norwegian populations. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (51):387–408.

Lobban, C. y Harrison, P. 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge. (Cambridge University Press, Ed.). New York.

Makino, M., Matsuda, H. y Sakurai, Y. 2009. Expanding fisheries co-management to ecosystem-based management: A case in the Shiretoko World Natural Heritage area, Japan. Marine Policy (33):207–214.

Mann, K. 1988. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. Lim (33):910–930.

Mann, K. y Chapman, A. 1975. Primary production of marine macrophytes. En: Cooper, E. (Ed.), Photosynthesis and productivity in different envorimnets Cambridge: United Press, pp. 207–223.

Mansilla, A. y Alveal, K. 2010. Generalidades sobre las macroalgas. En: Biología Marina y oceanografía: Conceptos y procesos. Concepción: Universidad de Concepción, pp. 347–362.

Montecinos, A., Broitman, B., et al. 2012. Species replacement along a linear coastal habitat: phylogeography and speciation in the red alga Mazzaella laminarioides along the south east pacific. BMC Evolutionary Biology 12(1):97.

Novaczek, I. 1984. Development and phenology of Ecklonia radiata at two depths in Goat Island Bay, New Zealand. Marine Biology 81(2):189–197.

Núñez, L. y Vásquez, J. 1987. Observaciones tróficas y de distribución espacial de peces asociados a un bosque submareal de Lessonia trabeculata. Estudios Oceanologicos (6):79–85.

Orensanz, J., Armstrong, J., Armstrong, D. y Hilborn, R. 1998. Crustacean resources are vulnerable to serial depletion ± the multifaceted decline of crab and shrimp fisheries in the Greater Gulf of Alaska. Reviews in Fish Biology and Fisheries 176(8):117–176.

Ortiz, M. 2010. Dynamic and spatial models of kelp forest of Macrocystis integrifolia and Lessonia trabeculata (SE Pacific) for assessment harvest scenarios: short-term responses. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 20(5):494–506.

Pauly, D., Christensen, V. et al. 2002. Towards sustainability in world fisheries. Nature (418):689–695.

Perreault, M., Borgeaud, I. y Gaymer, C. 2014. Impact of grazing by the sea urchin Tetrapygus niger on the kelp Lessonia trabeculata in Northern Chile. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology (453):22–27.

Ramírez, A. Ortiz, M. Steenbeek, J. y Christensen, V. 2015. Evaluation of the effects on rockfish and kelp artisanal fisheries of the proposed Mejillones Peninsula marine protected area (northern Chile, SE Pacific coast). Ecological Modelling, (297):141–153.

Reed, D. y Lewis, R. 1994. Effects of an oil and gas production effluent on the colonization potential of giant kelp (Macrocystis pyrifera) zoospores. Marine Biology (119):277–283.

Rodríguez, D. Oróstica, M. y Vásquez, J. 2014. Coalescence in wild organisms of the intertidal population of Lessonia berteroana in northern Chile: management and sustainability effects. Journal of Applied Phycology 26(2):1115–1122.

San Martín, G., Parma, A. y Orensanz, J. 2010. The Chilean Experience with Territorial Use Rights in Fisheries. En: Handbook of Marine Fisheries Conservation and Management. New York: Oxford University Press Inc.

Schultze, K. Janke, K. Krüß, A. y Weidemann, A. 1990. The macrofauna and macroflora associated with Laminaria digitata and Laminaria hyperborean at the island of Helgoland (German Bight, North Sea). Helgoland Marine Research (44): 39–51.

Sjøtun, K., Fredriksen, S., Rueness, J. y Lein, T. 1995. Ecological studies of the kelp Laminaria hyperborea (Gunnerus) Foslie. En: Ecology of Fjords and Coastal Waters, pp. 39–51.

Steneck, R., Graham, M., et al. 2002. Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. Environmental Conservation 29(4):436–459.

Stotz, W. 1997. Las áreas de manejo en la ley de pesca y acuicultura: primeras experiencias y evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estudios Oceanológicos (16):67–86.

Tala, F. y Edding, M. 2007. First estimates of productivity in Lessonia trabeculata and Lessonia nigrescens (Phaeophyceae, Laminariales) from the southeast Pacific. Phycological Research 55(1):66–79.

Tala, F., Edding, M. y Vásquez, J. 2004. Aspects of the reproductive phenology of Lessonia trabeculata (Laminariales: Phaeophyceae) from three populations in northern Chile. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 38(2): 255–266.

Tellier, F., Meynard, A. et al. 2009. Phylogeographic analyses of the 30°S south-east Pacific biogeographic transition zone establish the occurrence of a sharp genetic discontinuity in the kelp Lessonia nigrescens: Vicariance or parapatry? Molecular Phylogenetics and Evolution 53(3):679–693.

Vasquez, J. 1991. Variables morfométricas y relaciones morfológicas de Lessonia trabeculata Villouta and Santelices, 1986, en una población submareal del norte de Chile. Revista Chilena de Historia Natural (64):271–279.

Vasquez, J. 1992. Lessonia trabeculata subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. En: U. Seelinger (Ed.), Coastal plants of Latin America. San Diego, California: Academic Press, pp. 77–89.

Vásquez, J. y Buschmann, A. 1997. Herbivore-kelp interactions in Chilean subtidal communities: A review. Revista Chilena de Historia Natural 70(1):41–52.

Vásquez, J., Piaget, N. y Vega, J. 2012. The Lessonia nigrescens fishery in northern Chile: "how you harvest is more important than how much you harvest." Journal of Applied Phycology 24(3):417–426.

Vásquez, J., Tala, F. et al. 2008. Diagnóstico biológico pesquero del recurso algas pardas en la V y VI región, Bases para la formulación de un plan de Administración.

Vásquez, J. y Vega, J. 2004. El Niño 1997-1998 en el norte de Chile: efectos en la estructura y en la organización de comunidades submareales dominadas por algas par. En: El Niño-La Niña 1997-2000 sus efectos en Chile. Valparaíso: CONA, pp. 119–135.

Vásquez, J. y Vega, J. 2005. Macroinvertebrados asociados a discos de algas pardas: biodiversidad de comunidades discretas como indicadora de perturbaciones locales y de gran escala. En: E. Figueroa (Ed.), Biodiversidad marina: valoración, uso y perspectivas. ¿Hacia dónde va Chile? Santiago: Editorial Universitaria, pp. 429–450.

Vásquez, J. A., Veliz, D., y Pardo, L. M. 2001. Biodiversidad de macroinvertebrados bajo las grandes algas. In K. Alveal y T. Antezana (Eds.), Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un Problema Actual, Bases Científico Técnicas, Teorizaciones y Perspectivas. (pp. 293–308). Concepción: Universidad de Concepción.

Vega, J., Broitman, B. y Vásquez, J. 2014. Monitoring the sustainability of Lessonia nigrescens (Laminariales, Phaeophyceae) in northern Chile under strong harvest pressure. Journal of Applied Phycology 26(2):791–801.

Vega, J., Vásquez, J. y Buschmann, A. 2005. Population biology of the subtidal kelps Macrocystis integrifolia and Lessonia trabeculata (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: Interannual variability and El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural 78(1):33–50.

Villegas, M., Laudien, J. et al. 2008. Macrocystis integrifolia and Lessonia trabeculata (Laminariales; Phaeophyceae) kelp habitat structures and associated macrobenthic community off northern Chile. Helgoland Marine Research, 62(2 Suppl.1):33–43.

Villouta, E., y Santelices, B. 1984. Estructura de la comunidad submareal de Lessonia (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Revista Chilena de Historia Natural (57):111–122.

Wernberg, T. 2009. Spatial variation in juvenile and adult Ecklonia radiata (Laminariales) sporophytes. Aquatic Botany 90(1): 93–95.

Wernberg, T., y Goldberg, N. 2008. Short-term temporal dynamics of algal species in a subtidal kelp bed in relation to changes in environmental conditions and canopy biomass. Estuarine, Coastal and Shelf Science 76(2):265–272.

Zúñiga-Jara, S., Tala, F. et al. 2009. Valor económico de los bosques de algas pardas en las Costas de la III y IV región de Chile. Gestion Ambiental (18):63–86.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 71-74
Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso

LA ANTÁRTIDA AMERICANA DE LUIS RISOPATRÓN A COMIENZOS DEL SIGLO XX
THE AMERICAN ANTARCTICA OF LUIS RISOPATRON AT THE BEGINNING OF THE TWENTIETH CENTURY

Mauricio Jara Fernández[1]
Fondecyt N° 1170314

Resumen: Se exponen algunos de los antecedentes históricos que habría tenido en cuenta Riso Patrón al momento de redactar su trabajo y los elementos teóricos en que sustenta su propuesta de La Antártida Americana.

Palabras Claves: Antártida - Antártica Americana - Historia Antártica Chilena.

Abstract: Some of the historical background that Riso Patrón would have taken into account when writing his work and the theoretical elements on which his American Antarctic proposal is based.

Keywords: Antarctica - American Antarctica - Chilean Antarctic History.

INTRODUCCIÓN

A 110 años de la aparición de La Antártida Americana[2] de Luis Riso Patrón Sánchez[3] bajo la forma de un folleto en 1907 y al año siguiente como memoria científica en los Anales de la Universidad de Chile, resulta apropiado hacer una breve reflexión sobre el contexto y contenido de este primer trabajo chileno sobre la Antártica. En especial porque en ese momento el gobierno chileno se encontraba definiendo una política de concesiones hacia las aguas y tierras australes y antárticas y, llevaba igualmente adelante, un proceso de conversaciones con Argentina por las islas Shetland del Sur. En la elaboración de este trabajo, la fuente principal es La Antártida Americana.

CONTEXTO

Antes que nada decir que el estudio Antártida Americana del geógrafo chileno Luis Riso Patrón se escribió y circuló antes que el hombre llegara al Polo Sur (Amundsen lo logró en 1911) y que el gobierno británico dictara la primera Carta Patente, conocida como la Dependencia de las islas Falkland o Malvinas que dejó bajo la administración de esa colonia en el atlántico sur un inmenso espacio comprendido entre los meridianos 20° y 80° de longitud oeste y desde los 50° de latitud sur hacia el sur (en julio de 1908).

Riso Patrón al momento que redactó este estudio prestaba servicios profesionales en la Oficina de Límites adscrita al Ministerio de Relaciones Exteriores y desde esa posición funcionaria era permanentemente consultado en asuntos territoriales y limítrofes. Por lo general sus asesorías estaban acompañadas y/o complementadas por recomendaciones aportadas por "letrados" o abogados[4] hacia las diferentes oficinas o jefaturas ministeriales y a los diplomáticos y cónsules nacionales acreditados en el exterior.

A nuestro entender, la mayor conexión de Riso Patrón con los territorios australes y antárticos provino del hecho de tener que responder y atender una serie de consultas geográficas solicitadas por la Cancillería durante el proceso del laudo arbitral de 1902 y, con posterioridad, a los cancilleres Antonio Huneeus Gana y Federico Puga Borne entre 1906 y 1908.

1 Profesor Historia y Geografía. Magíster en Historia. Profesor titular Departamento de Historia, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso. mjara@upla.cl
2 Riso Patrón Sánchez, L. (1907). Antártida Americana. Santiago: Editorial Cervantes y Riso Patrón Sánchez, L. (1908). La Antártida Americana. Anales de la Universidad de Chile. Tomo CXXII. Santiago: (Enero-Junio), pp. 243-265.
3 Ingeniero geógrafo nacido en Valparaíso en 1860 y fallecido en Santiago en 1930. Funcionario de la Oficina de Límites del Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile y autor de numerosas obras de geografía nacional y de límites con Argentina y Bolivia.
4 Alejandro Álvarez Jofré fue el abogado de la Cancillería con quien Luis Riso Patrón intercambió visiones y compartió el trabajó solicitado por los ministros y otros funcionarios del Estado entre 1906 y los comienzos de 1908, fecha en que Álvarez fue destinado a un puesto en el exterior.

Resaltar que fue precisamente en estas dos instancias de asesorías al gobierno y mientras los mencionados cancilleres trataban de avanzar en acercamientos y conversaciones chileno-argentinas para establecer una línea demarcatoria en las aguas y tierras antárticas que Riso Patrón habría sentido la necesidad de redactar una obra que recogiera aspectos históricos, geográficos y meteorológicos y que él comenzó a llamar Antártida Americana[5].

A la elaboración de un Mapa de Chile para la Enseñanza de la Geografía en las Escuelas Públicas en 1884 por Alejandro Bertrand y donde en el extremo meridional de esa carta aparece claramente el contorno de la península antártica[6] , Riso Patrón con seguridad llegó a pensar que ya era el momento propicio y útil para "vulgarizar en estos países los conocimientos jeográficos i jeofísicos que se han adquirido últimamente acerca de esas tierras" [7]. Había que comenzar a educar a la población de los países cercanos a la Antártica y poseedores de una posición prioritaria como Chile y Argentina[8]. En este sentido, el trabajo de Enrique Delachaux en 1904 que Riso Patrón conoció, apostaba por esta nueva realidad, tras el rescate de la nave de Otto Nordenskjöld Antarctic en 1903 por la corbeta argentina Uruguay[9].

CONTENIDO

Por las "noticias históricas" e informaciones geográficas y meteorológicas que Riso Patrón maneja en su estudio, no hay duda alguna que su conocimiento era muy extenso y preciso. Su relato histórico se inicia con el descubrimiento del estrecho de Magallanes en 1520 hasta las exploraciones de Jean Charcot en 1904-1905.

El análisis geográfico y meteorológico que entrega en el texto es muy acertado y demostrativo del nivel de actualización que tenía sobre la geografía general y particular de la Antártica.

Las exploraciones en los mares y tierras de la Antártica se habrían iniciado luego de concluido el VI Congreso Internacional de Geografía de Londres en 1895 y donde se había declarado "que las esploraciones de las rejiones antárticas son el punto de interés jeográfico más importante que queda por emprender"[10] antes de concluir el siglo XIX. En especial todo cuanto se relacionara con observaciones que permitieran adelantar en la teoría del magnetismo telúrico en esas latitudes australes. Los países que respondieron inmediatamente al llamado del congreso de Londres fueron Bélgica, Inglaterra, Escocia, Noruega y Alemania, "y desde ese día en que el Bélgica volvió a Europa después de haber sufrido, antes que nadie, los rigores de la invernada antártica (71° 30' de latitud sur), el casquete polar austral, se ha convertido en el objeto de cuatro grandes expediciones nacionales, inglesa, alemana, sueca y escocesa"[11].

Para Riso Patrón, sin embargo, el mayor interés estaba en: "La tierra conocida vulgarmente con los nombres de Luis Felipe, Graham, Palmer, etc., situada al sur del archipiélago de las Shetlands del Sur, (que) son las que más se destacan al norte del círculo polar antártico, constituyendo la prolongación del continente americano"[12]. La atracción por los territorios de Luis Felipe, Graham y Palmer era porque a través de estos, las expediciones que se organizaban (y las que seguirían) eran para adelantar en dirección al 'acariciado y soñado' Polo Sur.

Aquel Interés, sostenía Riso Patrón, estaba presente desde 1821 cuando una escuadrilla de cinco naves americanas al mando de los capitanes Palmer, Pendleton y Sheffield fondearon en la isla Decepción, islas Shetland de Sur y "Al año siguiente Palmer, acompañado esta vez por Powell, hizo una nueva esploración en las Shetlands del Sur i un levantamiento de las islas Orcadas del Sur. Se cree que el capitán americano Benjamín Morrell divisó en 1823 el cabezo oriental de la Antártida Americana"[13].

En su concepto, la Indiscutible presencia histórica americana en este territorio austral y antártico, llevaban a

5 Archivo General Histórico Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. Fondo Antártico. Comisión Antártica Chilena y Actas de Sesión, 1906-1948. Vol. 3.

6 Bertrand H., A. (1884). Editor. Santiago: Imprenta P. Gadot. (Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France).

7 Riso Patrón, L. (1908), p. 244.

8 Riso Patrón, L. (1908), p. 243. (La prolongación del continente americano estaba en las tierras Luis Felipe, Graham, Palmer y Shetland del Sur, todas ellas situadas en La Antártida Americana).

9 Delachaux, E. (1904) Antártida. Boletín Instituto Geográfico Argentino Tomo XXII (1-6) Buenos Aires: 144-160.

10 Riso Patrón, L. (1908), p. 247.

11 Faustini, A. (1903). Hacia el Polo Antártico. Los primeros resultados del Discovery y los preparativos del doctor Charcot. Boletín del Centro Naval, Tomo XXI, N° 235 y 236, Buenos Aires, Junio- Julio, p.79. (Las cuatro expediciones en referencia son: la inglesa del Discovery comandada por Robert F. Scott, quien llegó en trineo y en compañía del doctor Wilson y del teniente Shackleton, entre el 31 de diciembre de 1902 y el 1° de enero de 1903, hasta los 82° 17' de latitud sur, la alemana del Gauss al mando del profesor Erich von Drygalski, la tercera del Antarctic dirigida por Otto Nordenskjold y la escocesa del Scotia liderada por Williams S. Bruce) y Aramayo Alzérreca, C. (1949) Historia de la Antártida. Buenos Aires: Editorial Hemisferio, p. 44.

12 Riso Patrón. (1908), p. 243 y Ballvé, H. (1903). Conferencia para cooperar a la Expedición Antártica Internacional. Boletín del Centro Naval, Tomo XXI, N° 235 y 236, Buenos Aires, Junio- Julio, p. 38.

13 Riso Patrón. (1908), p. 245.

que fueran americanas; a este respecto, Riso Patrón sin decirlo de forma directa en La Antártida Americana, esperaba que aquello ocurriera por ser lo científicamente razonable.

Fuera de estas comprensivas apreciaciones de Riso Patrón por los territorios antárticos, él reconocía que la Antártida correspondía a un sexto continente y donde todas las expediciones estaban contribuyendo al mayor y mejor conocimiento de los archipiélagos, mares, costas y de la península Antártica en torno a los mares australes de Weddell y Bellingshausen. Era un intenso proceso de investigación internacional que como nunca antes había ocurrido en esta zona austral del orbe, dejando sus huellas en las innumerables toponimias y producción de cartografías.

Pero la mayor originalidad y acierto de Riso Patrón fue en lo que él geográficamente llamó Antártida Americana. Tal impacto tuvo este trabajo y publicación en 1907-1908 que cuarenta años después, según el diplomático y especialista nacional Pinochet de la Barra, aquella denominación evolucionó al de Antártica Sudamericana[14].

En términos generales, Riso Patrón definió La Antártida Americana de la siguiente manera: “Podemos designar con el nombre de Antártida Americana la parte de las tierras antárticas encerradas entre los meridianos estremos de la América Meridional, es decir desde el grupo de las islas Sandwich del Sur, en la latitud 55°, hasta la isla de Pedro I (70° S). Comprendería…, el archipiélago Sandwich del Sur, las Orcadas del Sur, el grupo de las Shetlands del Sur i el continente antártico, con los archipiélagos adyacentes de Joinville, Palmer, Biscoe[15], etc.” . Pero de todo este conjunto, decía Riso Patrón, “el grupo más importante de la Antártida Americana es el de las Shetlands del Sur: no menos de doce islas, cuyas superficies varían entre 56 a 1300 kilómetros cuadrados, se estienden en la dirección SO. A NE., en un largo de 300 millas”[16] (Fig. 1).

australes, el grupo de las islas Shetland del Sur era para Riso Patrón – y para muchos en aquella época - el de mayor valor tanto por su ubicación y cercanía con Tierra del Fuego como por los recursos marinos allí existentes, tales como lobos y ballenas[17].

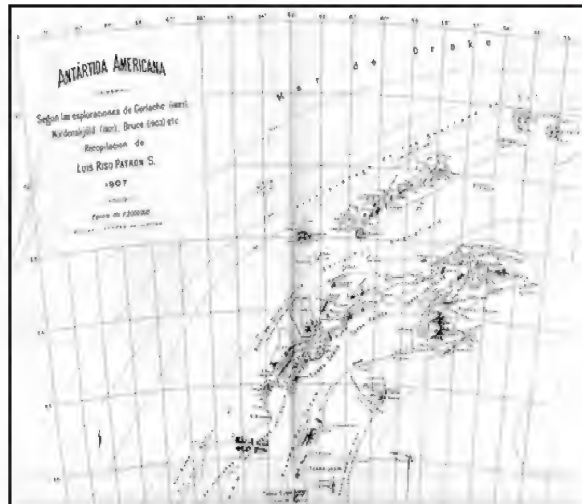


Figura1. La Antártida Americana de Luis Riso Patrón.
Fuente: Riso Patrón, L. (1908). La Antártida Americana. Anales Universidad de Chile. Tomo CXXII. Santiago. Enero-Junio, pp. 243-265.

Dentro de esta amplia superficie oceánica y de tierras Sin embargo, no deja de llamar la atención que por primera vez un autor chileno utilice la combinación de las latitudes y longitudes para proyectar un espacio diverso en accidentes geográficos al sur de Tierra del Fuego y que él denominó América Meridional. Hacer presente que por esos años en el Parlamento canadiense se estaba aceptando el empleo de los meridianos para resolver la proyección de los territorios nacionales en dirección al Polo Ártico. A este respecto, como Riso Patrón desempeñaba funciones en la Oficina de Límites e igualmente estaba frecuentemente proponiendo recomendaciones para la toma de decisiones del gobierno, el estudio de cartografías y numerosos textos sobre los territorios polares o antípodas[18] y australes chilenos y antárticos, era parte de su trabajo. Basta una simple mirada al texto La Antártida Americana para advertir que ese conocimiento existió y de lo cual Riso Patrón dejó testimonio a lo largo de su texto[19].

Un segundo y último tema significativo que a nuestro entender Riso Patrón no eludió y enfrentó abiertamente en su trabajo fue la conexión (sea la contigüidad y continuidad geográfica) de los territorios australes americanos con los antárticos[20]. Sobre este particular, sostenía que “Las tierras antárticas son pues montañosas i sus costas, tanto al oriente como al poniente,

14 Pinochet de la Barra, O. (1976) La Antártica Chilena. Santiago: Editorial Andrés Bello, p. 15. (La denominada Antártica Sudamericana fue reconocida por Chile y Argentina y abarca un sector angular desde los 24° y 90° de longitud oeste de Greenwich).
15 Riso Patrón (1908), p. 250.
16 Riso Patrón (1908), p. 251. (Las islas Georgias y Sandwich del Sur se localizan a 54° 15’ S / 36° 45’ O y la isla Pedro I en 68º 48’ S / 90º 35’ O).
17 Riso Patrón (1908), pp. 252-255.
18 Riso Patrón (1908), p. 256. (El polo norte estaba constituido por mares y el polo sur por tierras).
19 En La Antártida Americana hay 30 anotaciones entre referencias bibliográficas o notas explicativas.
20 Pinochet de la Barra, O. (1976), pp. 20-21 y Nordenskjöld, O. (1904-1905). Viaje al Polo Sur. Tomo II, Barcelona: Editorial Maucci, p. 47. (H. Arctowski sostiene en 1895 que “los Andes reaparecen en la Tierra de Graham”; J. Gunnar Andersson, profesor de la Universidad de Upsala, afirma

son quebradas i circundadas de islas, canales i fjords[21]" y "la cordillera de los Andes, en su estremo sur, dobla hacia el este, para continuar submarinamente, a través de la isla de los Estados, las Falkland, el banco de Brudwood-Shagrocks, las Jeorgia del Sur; Sandwich del Sur, Orcadas del Sur i Shetlands del Sur"[22]. Las explicaciones alusivas a la continuidad geográfica del territorio andino chileno-argentino con la península antártica presentadas por Riso Patrón serán uno de los temas más controvertidos treinta años después, puesto que supondrán la existencia del denominado 'Arco de Scotia' que divide los océanos Pacífico y Atlántico.

Curiosamente, en ninguna parte del texto de Riso Patrón hay mención a que Chile posee una proyección austral antártica; tampoco hay una relación de Chile con las aguas y tierras antárticas, sino simplemente, y en esto Riso Patrón es enfático y repetitivo: hay notables similitudes entre las montañas de Tierra del Fuego y la Tierra de Graham.

En este sentido y comportándose como el científico que era, en La Antártida Americana, Riso Patrón reconocía la validez de la teoría de la continuidad geográfica – y por cierto también la de contigüidad geográfica-, entre el continente antártico y el americano. Indudablemente Chile estaba (y sigue estando) en América.

REFLEXIONES FINALES

Luis Riso Patrón, es el primer autor chileno en escribir en extenso sobre la Antártica, no obstante, al hacerlo no conectó de manera directa a Chile con ese territorio; en la expresión seleccionada: La Antártida Americana, y de modo indirecto, sostuvo que había una prolongación del continente americano en las tierras Luis Felipe, Graham, Palmer y Shetland del Sur.

Por sobre la buena factura que presenta el texto en cuanto a un ordenamiento lógico y documentado, a nuestro entender el mayor mérito – en un sentido político más que geográfico o en una combinación de ambas – es que Riso Patrón empleó las coordenadas geográficas como las latitudes y longitudes para la definición geográfica de La Antártida Americana. Seguramente, las recientes experiencias en Canadá habrían influido positivamente en esa proposición.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la dirección del Museo de Historia Natural de Valparaíso por la oportunidad de haber presentado parte de este trabajo en las I Jornadas Interdisciplinarias de Investigación Antártica de Valparaíso el 24 de agosto de 2017. El trabajo que estamos presentando es un subproducto del proyecto de investigación Fondecyt N° 1170314 (2017-2019), titulado: "El Piloto 2° Luis Pardo Villalón y la Segunda Carta Patente Británica: La Política Antártica Chilena entre la Pertenencia Histórica y la Incertidumbre Internacional, 1906-1917".

BIBLIOGRAFÍA

Aramayo Alzérreca, C. (1949) Historia de la Antártida. Buenos Aires: Editorial Hemisferio, 390 p.

Archivo General Histórico Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile. Fondo Antártico. Comisión Antártica Chilena y Actas de Sesión, 1906-1948. Vol. 3.

Ballvé, H. 1903. Conferencia de la Expedición Antártica Internacional. Boletín del Centro Naval, Tomo XXI, N° 235 y 236, Buenos Aires, Junio- Julio.

Bertrand H., A. 1884. Editor. Santiago: Imprenta P. Gadot. (Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France).

Delachaux, E. 1904. Antártida. Boletín Instituto Geográfico Argentino Tomo XXII (1-6) Buenos Aires: 144-160.

Faustini, A. 1903. Hacia el Polo Antártico. Los primeros resultados del Discovery y los preparativos del doctor Charcot. Boletín del Centro Naval, Tomo XXI, N° 235 y 236, Buenos Aires, Junio- Julio.

Nordenskjöld, O. 1904-1905. Viaje al Polo Sur. Tomo II, Barcelona: Editorial Maucci.

Pinochet de la Barra, O. 1976. La Antártica Chilena. Santiago: Editorial Andrés Bello.

Riso Patrón, L. 1907. La Antártida Americana. Santiago: Editorial Cervantes.

Riso Patrón, L. 1908. La Antártida Americana. Anales de la Universidad de Chile.

Tomo CXXII. Santiago: (Enero-Junio), pp. 243-265.

que: "1° Los contornos y la orografía de la extremidad meridional de la América del Sur y de la Tierra de Graham se parecen en tal forma, que uno se puede representar cualquiera de estos continentes como un reflejo del otro. 2° La estructura geológica es estrictamente simétrica. 3° La serie de capas del cretáceo superior y del Terciario es la misma en la Patagonia y en la Tierra de Graham" y; el explorador sueco Otto Nordenskjöld, en 1904-1905, expresaba: "De gran importancia fue nuestra expedición a una pronunciada cadena de montañas en la Georgia del Sur, y el hallazgo en ellas de un fósil que identificaba la configuración geológica de esta cordillera con la que recorre la Tierra del Fuego y con las montañas de la Tierra de Graham").

21 Riso Patrón (1908), pp. 255-256.

22 Riso Patrón (1908), p. 256.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 75-82
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

LA FORMACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA CONCIENCIA TERRITORIAL ANTÁRTICA EUROPEA Y CHILENA A TRAVÉS DE LA DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO, 1895-1916

THE CREATION AND STRENGTHENING OF EUROPEAN AND CHILEAN ANTARCTIC TERRITORIAL AWARENESS THROUGH THE PROMOTION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE, 1895-1916

Proyecto Conicyt-Fondecyt Regular n° 1170314

Mg. Pablo Mancilla González[1]

Resumen: El descubrimiento y conquista de la Antártica fue un proceso sistemático que duró varios siglos y donde participaron gobiernos, instituciones científicas y hombres de ciencia que, con el objetivo de definir sus potenciales futuros, lograron además dar forma a una conciencia territorial que fue promovida a través de la divulgación del conocimiento en revistas científicas. En ese devenir, europeos y chilenos siguieron caminos distintos, no obstante, hacia fines del siglo XIX y principios del siguiente, lograron encausar sus intereses en los Congresos Internacionales de Geografía que se realizaron entre 1895 y 1913.

Palabras Claves: Continente Antártico – Conocimiento Antártico – Conciencia Territorial Antártica

Abstract: The Discovery and conquest of the Antarctica was a systematic process that lasted several centuries in which governents, science institutions as well as scientists participated with the aim of determining its future potentials, shaping a territorial awarness promoted though the spreading of knowledge in science magazines. Along the way, Europeans and Chileans followed different roads, however, by the end of the XIX century and begining of the next one, they finally agreed on their interests in the Geography International Congresses hold between 1895 and 1913.

Keywords: Antarctic Continent – Antarctic Knowledge – Antarctic Territorial Awarness

INTRODUCCIÓN

Los hombres de ciencia se han enfrentado al desafío de acrecentar, sistematizar e interrelacionar los conocimientos adquiridos en el tiempo con el objeto de explicar los fenómenos de distinta índole que afectan a mares y territorios antárticos. Por iniciativa personal o con el concurso de sus gobiernos e instituciones civiles y científicas, muchos de ellos se embarcaron en largas y costosas travesías exploratorias a fin de descubrir e incorporar esa vasta zona geográfica a los campos de la investigación científica. No obstante, esos mismos anhelos han propiciado en el tiempo el establecimiento de una conciencia territorial antártica que se ha fortalecido gracias a la publicación y amplia difusión de los conocimientos adquiridos, principalmente en las revistas seriadas de las sociedades geográficas europeas.

1 Universidad Santo Tomás - Viña del Mar – Chile- pmancillag@santotomas.cl

El contexto expuesto, nos lleva a plantear la necesidad de definir las etapas de desarrollo y consolidación de esa conciencie territorial antártica en Europa y Chile, identificar a las principales instituciones y hombres de ciencia que participaron en esos procesos y, por último, establecer los mecanismos utilizado para divulgar el conocimiento adquirido sobre el continente antártico entre 1885 y 1916.

Las fuentes utilizadas para este trabajo corresponden a revistas seriadas publicadas en Chile (*Anales de la Universidad de Chile, Actas de la Sociedad Científica de Chile, Revista Chilena de Historia Natural de Valparaíso, Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile, Revista de Marina, Anales del Museo Nacional de Chile* y *Revista Chilena de Historia y Geografía,* entre otras), Londres (*The Journal of the Royal Geographical Society of London, Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography* y *The Geographical Journal*), París (*Bulletin de la Société de Géographie* y *La Géographie*. *Bulletin de la Société de Géographie de France*), Estados Unidos (*Journal of the American Geographical and Statistical Society, Journal of the American Geographical Society of New York, Bulletin of the American Geographical Society* y *Geographical Review*) y Escocia (*The Scottish Geographical Magazine*).

LA CONCIENCIA TERRITORIAL SUBANTÁRTICA Y ANTÁRTICA: UNA APROXIMACIÓN A SU ORIGEN

La conciencia territorial se entiende como un proceso por el cual un conjunto de personas logra identificarse con un sector geográfico delimitado por fronteras naturales y/o político-administrativos. Esta identificación puede ser definida y medida cualitativa y/o cuantitativamente dependiendo de el o los mecanismos utilizados para su cimentación, fortalecimiento y proyección, por ejemplo, iniciativas político-administrativas, práctica de actividades económicas, posicionamiento geoestratégico, expediciones y exploraciones científicas, difusión de conocimientos sobre el territorio, entre otros (Navarro, 1999; Capel, 2016).

Hacia fines del siglo XIX y principios del siguiente siglo, en las zonas antárticas al sur del Cabo de Hornos se pueden identificar dos tipos de territorios donde se buscó edificar y consolidar una conciencia territorial: a) aquellos que por sus condiciones geográficas, climáticas y de accesibilidad no permitían ningún tipo de ocupación efectiva, por ejemplo, las costas y el interior del continente antártico y b) los que, considerando iguales factores, permitían una ocupación efectiva no permanente o esporádica, por ejemplo, los archipiélagos de las Shetlands del Sur y Orcadas del Sur (Royal Scottish Geographical Society, 1909; David, 1914). Siendo durante este período los primeros en buscar edificar y consolidar una conciencia territorial antártica Gran Bretaña, Francia, Escocia, Alemania, Noruega, Suecia, Chile y Argentina.

El origen de la conciencia territorial antártica europea se encuentra en la necesidad de los gobiernos por descubrir y anexar a sus soberanías nuevas áreas geográficas con fines geoestratégicos y, que prontamente, despertaron un creciente interés por explotar sus recursos económicos (Raboy, 1911; Markham, 1912). No obstante, para el caso de Chile su génesis se halla en las instituciones gobierno y hombres de ciencia que miraron con preocupación la sobreexplotación de los recursos marinos que embarcaciones nacionales y extranjeras realizaban impunemente en las islas subantárticas, principalmente las Shetland del Sur, y en las posibles reclamaciones de soberanía que algunas naciones europeas podrían realizar sobre los mismos sectores (Jara, 2012; Mancilla, 2016).

A pesar de que los orígenes de la conciencia territorial antártica europea y chilena son diferentes, existe una innegable influencia de la primera sobre la segunda. Esta situación se explicaría por el hecho de que los europeos hacía fines del siglo XIX habían prácticamente consolidado su conciencia territorial al momento que Chile recién comenzaba a trabajar en ella, siendo los principales factores de influencia: la llegada a Chile de científicos europeos que poseían un amplio conocimiento sobre las exploraciones e investigaciones que se realizaban en la Antártica; el influjo que las expediciones y exploradores antárticos tuvieron en las instituciones políticas y científicas al pasar por Chile; la participación de delegados chilenos en eventos científicos internacionales, por ejemplo, el Primer Año Polar de 1882-1883, los Congresos Internacionales de Geografía (Londres, 1885; Berlín, 1899; Washington, 1904; Ginebra, 1908; Roma, 1913) y la Conferencia Polar Internacional de 1906; el intercambio de publicaciones entre comunidades científicas europeas y chilenas donde se divulgaban los resultados de las investigaciones antárticas; y, por último, la necesidad de definir los potenciales económicos y científicos del continente antártico para el futuro desarrollo del país (Mancilla, 2010).

LA CONCIENCIA TERRITORIAL ANTÁRTICA EUROPEA, 1520-1916

Desde mediados del siglo XVI, diferentes gobiernos europeos mostraron una preocupación e interés por desentrañar y explicar los misterios que envolvía el continente antártico y, para cumplir ese objetivo, incentivaron, financiaron y enviaron expediciones exploratorias que terminaron por despertar una conciencia

territorial que involucró aspectos políticos, estratégicos, económicos y científicos.

No obstante, la construcción de esa conciencia territorial antártica fue un proceso sistemático que puede dividirse en tres etapas. La primera, donde se cimentaron las bases se denomina la "Búsqueda de la Terre Australis Incognita, 1520-1775", que tiene como actores principales a España y Gran Bretaña, quienes enviaron expediciones a los mares del sur con los objetivos de descubrir un paso entre los océanos Atlántico y Pacífico, verificar la presencia de territorios habitados y determinar la existencia de la Terra Australis Incognita (Kirwan, 2001). Durante estos años, los viajes que más destacaron fueron los comandados por Hernando de Magallanes (1519-1522), Francisco García Jofré de Loaysa (1525-1536), Simón de Alcazaba Sotomayor (1534-1535), Juan Bautista Pastene (1545), Juan Fernández de Ladrillero (1557-1559), Francis Drake (1577-1581), Pedro Sarmiento de Gamboa (1579-1580), Jacob LeMaire y Guillermo Cornelio Schouten (1615-1616), Pedro Fernández de Quiróz (1605-1606), Gabriel de Castilla (1603), James Cook (1768-1771 y 1772-1775) y Joseph Kerguelen (1771-1772). La consecuencia que tuvieron estas expediciones fue el cambio en la percepción sobre la extensión del mundo conocido y el despertar de intereses que se evidenciaron en el envío de nuevas expediciones a fin de definir con precisión todos los aspectos geográficos de los sectores descubiertos y sus potenciales científicos.

La segunda etapa de definición de la conciencia territorial antártica europea se denomina "Explotación de los Recursos y Primeros Esbozos del Conocimiento Científico Subantártico y Antártico, 1819-1883" que, a su vez, se subdivide en tres fases. La primera fase abarca el período 1819-1832 y caracteriza por la realización de viajes que combinaron la explotación de los recursos económicos y la recolección datos científicos básicos, durante estos años destacaron las travesías de Williams Smith (1819), Fabian Bellingshausen (1819-1821), Nataniel Palmer (1820), Edward Bransfield (1820), James Weddell (1823-1824) y John Biscoe (1820-1832). El éxito de estos viajes trajo como consecuencia una mayor presencia de exploradores y comerciantes con nuevas tecnologías y objetivos científicos, quienes lograron explorar y explotar algunas secciones y recursos existentes en las costas antárticas ubicadas al sur de América y Australia y, además, despertar los primeros intereses políticos que se evidenciaron en unos esporádicos actos de toma de posesión de islas subantárticas (Cook, 1901; Mill, 1903; Balch, 1910; Brown, 1912).

La segunda fase, corresponde a los años 1837-1843, donde los principales actores fueron las sociedades geográficas de Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos, las que con el objetivo de explorar las tierras y mares al sur de los 60° de latitud planificaron y enviaron las expediciones de Dumont D'Urville, Charles Wilkes y James C. Ross, cuyos resultados abrieron la discusión sobre cuáles territorios debían ser considerados como antárticos: los ubicados al sur de Australia y Nueva Zelanda o los que se encontraban al sur de América (Ross, 1847; D'Urville, 1843; Wilkes, 1845; Sánchez, 1856; Brown, 1912; American Geographical Society, 1915).

La última fase, abarca desde 1874 a 1883, donde nuevamente las sociedades científicas de Gran Bretaña y Francia buscaron definir la real extensión y dimensiones del continente antártico y determinar sus potenciales científicos, siendo los hechos más destacados los trabajos vinculados a los Tránsitos de Venus de 1874 y 1883 y la celebración del Primer Año Polar Internacional de 1882-1883 (Rogers, 1982).

La tercera etapa, de consolidación de la conciencia territorial se designa "La Conquista Científica del Continente Antártico, 1895-1913", que se caracterizó por la mayor presencia de gobiernos e instituciones científicas interesados por el conocimiento polar, siendo los principales objetivos que tenían: la definición de una institucionalidad científica antártica, la iniciación de las exploraciones hacia el interior del continente polar y las conquistas de los polos magnético y sur geográfico.

A inicios de este período, las comunidades científicas europeas interesadas en el conocimiento antártico fueron las sociedades geográficas de Noruega, Bélgica e Inglaterra y, desde principios del siglo XX, se sumaron las de Escocia, Francia, Alemania y Suecia, quienes organizaron y enviaron expediciones subantárticas y antárticas (Mancilla, 2016). Sin embargo, el principal problema que tuvieron fue que sus resultados científicos no fueron suficientemente compartidos y conectados con otros existentes. Para solucionar este problema, desde el VI Congreso Internacional de Geografía de Londres de 1895, los exploradores polares Carl Larsen y Carsten Borchgrevink, ambos noruegos, y el belga Adrien de Gerlache, abogaron por una mayor cooperación entre las distintas sociedades geográficas para lograr un mayor y amplio conocimiento y comprensión de los fenómenos antárticos (American Geographical Society, 1896; Murray, 1898; Bartholomew, 1898; Hulot, 1899). Posteriormente, en los Congresos Internacionales de Geografía de Berlín de 1899 y Washington de 1904, otros exploradores polares como, por ejemplo, el inglés Robert F. Scott, el alemán Erich von Drygalski, el sueco Otto Nordenskjöld, el escoses William Bruce y el francés Jean Charcot, se sumaron al llamado de 1895 (Markham, 1899 y 1903; Buchanan, 1899; Ar-

towski, 1901; Bidlingmaier, 1901; Cordier, 1904; Nordenskjöld, 1904).

En 1906, en el Congreso Mundial de Expansión Económica celebrado en Mons, los exploradores polares Nordenskjöld, Bruce, Charcot, Gerlache, Scott, Shackleton, entre otros, propusieron nuevamente crear una Comisión Polar Internacional para unificar y sistematizar las informaciones y registros científicos antárticos. Resultado de esta propuesta que ese mismo año se creara una comisión que, posteriormente, organizó el Primer Congreso Polar Internacional donde se sostuvo la necesidad confeccionar un sistema integrado donde estuvieran presentes todos los países con intereses antárticos (Rabot, 1905a y 1905b; American Geographical Society, 1905 y 1906a y 1906b; Balch, 1905; Royal Scottish Geographical Society, 1906a y 1906b).

En el IX Congreso Internacional de Geografía de Ginebra de 1908, finalmente se creó la tan anhelada Comisión Polar Internacional y, por ende, se terminó de consolidar la conciencia territorial antártica europea. Esta Comisión, estuvo compuesta por países que hasta ese momento tenían una activa participación o colaboración en las exploraciones polares y quienes, a su vez, podían admitir en su seno a delegados de otras naciones o de corporaciones científicas (Montebruno, 1909). Posteriormente, la comisión se reunió en 1908 en Bruselas y en 1913 en Roma.

Desde la creación de la Comisión Polar hasta el X Congreso Internacional de Geografía de Roma de 1913, las actividades en el continente antártico fueron abundantes, resaltando las expediciones del británico Ernest Shackleton (1907-1909), del francés Jean Charcot (1908-1910), del japonés Nobu Shirase (1910-1912), del alemán Wilhelm Fischer (1911-1913), la del noruego Roald Amundsen (1910-1912) y del británico Robert F. Scott (1910-1913) (Rabot, 1913; Amundsen, 1913a y 1913b; Bruce, 1913; Royal Scottish Geographical Society, 1913). Estas últimas expediciones que lograron alcanzar el polo sur geográfico cerraron un ciclo de amplia cobertura y difusión del conocimiento antártico pero, además, iniciaron otro donde la conciencia territorial antártica va a ir declinando paulatinamente hasta llegar a los inicios de la década de 1930 cuando se celebre el Segundo Año Polar Internacional.

Durante esta tercera etapa de consolidación de la conciencia territorial antártica europea, los principales mecanismos de difusión de los conocimientos antárticos fueron las revistas seriadas de la a) Sociedad Geográfica de París que publicó en el Bulletin de la Société de Géographie y La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie de France un total de 222 trabajos, resaltando los de Charles Rabot, Jean Charcot, Henri Froiveaux y Jules Girard, b) la Sociedad Geográfica de Londres quien en The Geographical Journal dio a conocer 265 publicaciones, siendo los autores más importantes Henry Arctowski, Clements Markham, Ernest Shackleton, Griffith Taylor y Hugh Robert Mill, c) la Sociedad Geográfica Americana que en Journal of the American Geographical Society of New York, Bulletin of the American Geographical Society y Geographical Review difundió 318 artículos, resaltando los de Robert Ward, Edwin S. Balch y William Hobbs y, d) la Sociedad Geográfica de Escocia que en The Scottish Geographical Magazine divulgó 361 trabajos, subrayando los John Murray, William Bruce, Robert Mossman y Rudmose Brown.

LA CONCIENCIA TERRITORIAL ANTÁRTICA CHILENA, 1820-1916

Desde que Chile se independizó de la Corona Española, distintos funcionarios de gobierno, militares, hombres de ciencias, empresarios e instituciones públicas y privadas, vieron la importancia que los mares y tierras antárticas tendría para el futuro desarrollo del país y, por tanto, efectuaron sucesivos llamados para que se asumiera una mayor responsabilidad en la planificación y ejecución de políticas que resguardaran, principalmente, el poblamiento y actividades económicas. Hacia fines del siglo XIX, los emplazamientos a la autoridad se hicieron más recurrentes, en especial, por la preocupación que causaba el aumento de la explotación y comercio clandestino de los recursos vivos y las posibles reclamaciones de soberanía que países europeos podían realizar sobre esas zonas (Jara, 2012).

Desde 1830, los hombres de ciencia europeos que se avecindaron en Chile, como otros que estuvieron por un esporádico tiempo, generaron motivaciones que más tarde derivaron en la necesidad de desentrañar los misterios que ocultaban los territorios más apartados del país y, por ende, un interés por conocerlos en su totalidad y detalle. De aquello, se evidencia el inicio de un proceso de creación de una institucionalidad científicas que aglutinará a otros eruditos que, posteriormente, serán fundamentales en la definición y consolidación de la conciencia territorial antártica chilena (Mancilla, 2010).

Es así, que la primera etapa de este proceso se denomina "Definición de una Institucionalidad Científica Nacional, 1830-1872", donde la institución que se dedicó al desarrollo y profundización del conocimiento del territorio fue el Estado quien, motivado por la necesidad de determinar la extensión y potencialidad del país, contrató a hombres de ciencia extranjeros, especial-

mente europeos, para que efectuaran estudios científicos con el fin de fortalecer la defensa, la industria, la agricultura, el transporte y el poblamiento. Esta situación, tuvo como consecuencia que los deficientes resultados alcanzados en esos trabajos fueran una fuente de influencia para que ilustres nacionales comprendieran la necesidad de contar con instituciones que vigorizaran el desarrollo de la ciencia y el conocimiento, dando paso a la creación del Museo de Historia Natural de Chile (1830), Universidad de Chile (1843) y el Observatorio Astronómico Nacional (1853) que, directa o indirectamente, contribuyeron en los años siguientes a generar y difundir el conocimiento antártico (Cañas, 1944; Mancilla, 2010 y 2016).

Los hombres de ciencia que durante este período destacaron por sus aportes a la génesis de la conciencia territorial antártica fueron, entre otros, Bernardo O'Higgins, Manuel Bulnes, Juan Williams, José Vicente Bustillos, Federico Field, Guillermo Frick, Alejandro Vial, Luis Troncoso, Francisco Fierro, Gabriel Izquierdo, José Ignacio Vergara, José Zegers, Juan José Dauxion de Lavayene, Carlos Ambrosio Dossier, José Alberto D'Albe, Robert Fitz-Roy, Charles Darwin, Claudio Gay, Ignacio Domeyko, Bernardo Philippi, Andrés Bello, Amado Pissis, James M. Gillis y Carlos Moesta. Mientras que la publicación que resaltó por la divulgación de los conocimientos sobre los territorios australes, subantárticos y antárticos, sean estos de cualquier naturaleza, fue la revista Anales de la Universidad de Chile la que, a su vez, fue el principal medio de intercambio y/o canje que tuvo el país para adquirir publicaciones de similares o iguales características que se publicaban en Europa.

La segunda etapa, llamada "Colaboración Científica Chilena al Conocimiento Antártico Internacional, 1874-1883", se caracterizó por la influencia que los hombres de ciencias extranjeros avecindados en el país generaron sobre los gobiernos nacionales para aumentar y ampliar los contactos con las nacientes organizaciones científicas de Gran Bretaña, Francia y Estados Unidos, siendo estas también las primeras en comenzar a convocar con mayor recurrencia la colaboración de Chile para emprender actividades científicas en las costas australes y continente antártico (Berguño, 1998). Es así, que en base a ese objetivo, entre otros, se creó la Oficina Hidrográfica de la Armada de Chile en 1874 que se sumó a los trabajos que realizaban el Museo de Historia Natural, la Universidad de Chile y el Observatorio Astronómico. Estas instituciones a través de una mutua colaboración lograron repotenciar los estudios destinados a esclarecer la intrincada geografía nacional y determinar sus posibles potenciales económicos, especialmente los marítimos, desde el sur de Chiloé hasta el Cabo de Hornos e, incluso, proyectándolos hasta las mismas islas subantárticas (Berguño, 1999).

La propuesta que se realizó en el Congreso Internacional de Meteorología celebrado en Roma en 1879, de levantar una serie de observatorios en la periferia del continente antártico con el objeto de obtener datos meteorológicos, climatológicos y magnéticos, tuvo como resultado la organización de varias conferencias –Chile fue representado por Carlos Moesta- que dieron vida al Primer Año Polar Internacional de 1882-1883. Este hecho, es el primer intentó internacional de colaboración organizada entre naciones, instituciones y hombres de ciencias –Chile se hizo presente a través de la Oficina Hidrográfica de la Marina y el Observatorio Astronómico- y que tuvo como resultado un aumento de la interdisciplinariedad de las ciencias y el intercambio de conocimientos sobre las zonas polares (Rogers, 1982).

En estos años, las personalidades que destacaron y que se sumaron a los que aún continuaban del período anterior, fueron, por ejemplo, Francisco Vidal Gormaz, Alejandro Bertrand, Óscar Viel, Enrique Simpson, Juan Tomás Rogers, Baldomero Pacheco, Ramón Serrano, Alberto Fuentes, Recaredo Amengual, Enrique Ibar, Pablo Ortega, Álvaro Bianchi Tupper, José Toribio Medina. Mientras que las publicaciones que se sumaron a los Anales de la Universidad de Chile en el proceso de divulgación del conocimiento fueron el Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile y la Revista de Marina.

La tercera etapa, definida como "Consolidación de la Conciencia Territorial Antártica Chilena, 1884-1916", se caracterizó por el aumento de la preocupación de los gobiernos por los territorios y mares subantárticos y antárticos, especialmente, por las continuas controversias diplomáticas y fronterizas con la República Argentina, por el rápido aumento de la explotación clandestina e indiscriminada de los recursos marítimos y por las constantes solicitudes de la comunidad científica internacional para que Chile participará en las actividades antárticas (Pinochet de la Barra, 1981; Berguño, 1993; Escudero, 1953; Jara y Mancilla, 2014). Estos factores, más otros que fueron apareciendo, habrían generado que el Museo de Historia Natural de Chile, Universidad de Chile, Observatorio Astronómico Nacional, la Oficina Hidrográfica de la Marina de Chile y otras nuevas instituciones que se sumaron como, por ejemplo, el Museo de Historia Natural de Valparaíso (1878), la Sociedad Científica de Chile (1891), el Servicio Sismológico Nacional (1908) y la Sociedad Chilena de Historia y Geografía (1911), vieran la necesidad de acelerar las investigaciones científicas para consolidar la conciencia territorial antártica.

Durante este período, el impulso cooperativo entre los Estados, instituciones públicas y privadas, y hombres de ciencias de distintas nacionalidades no se detuvo y con el objetivo de seguir profundizando y divulgando los conocimientos antárticos en los Congresos Internacionales de Geografía de Londres, Berlín y Washington se llamó a las sociedades científicas y hombres de ciencia a incentivar el envío de expediciones y colaborar con ellas. En tal sentido, Chile consolidó su conciencia territorial antártica con el envío de representantes a estas instancias internacionales, por ejemplo, en Londres Luis A. Goñi a nombre de Chile ofreció amplió apoyo a las exploraciones que se dirigieran a las tierras y mares antárticos; posteriormente, en Washington, Roberto Maldonado, apoyó la creación de un Comité Polar Internacional; en el Congreso Mundial de Expansión Económica celebrado en Mons y en el Primer Congreso Polar Internacional, ambos de 1906, Luis Aldunate, informó a los gobiernos sobre la importancia internacional que comenzaba a tener el continente antártico; y, por último, Julio Montebruno, presente en el IX Noveno Congreso Internacional de Geografía de Ginebra de 1908, presentó un informe donde señalaba la necesidad de Chile de adherir a la Comisión Polar Internacional (Montebruno, 1909; Mancilla, 2010 y 1016; Jara y Mancilla, 2014).

Las figuras presentes en este período son, entre otros, Manuel Señoret, Federico Puga, Luis Goñi, Luis Uribe, Federico Chaigneau, Luis Pomar, Lindor Pérez, Agustín Fontaine, Alberto Chandler, Jorge Boonen Rivera, Antonio Huneeus, Carlos Porter, Federico Delfín, Alejandro Álvarez, Alberto Obrecht, Hans Steffen, Recadero Amengual, Julio Montebruno, Alberto Edwards, Carlos Silva Cotapos, Federico Ristenpart.

No obstante, los más importantes por la difusión que realizaron del conocimiento antártico y por ser los que evidenciaron en sus trabajos el fortalecimiento y consolidación de la conciencia territorial antártica nacional serán Rodolfo Philippi, Francisco Fonck, Federico Albert, Ismael Gajardo, Luis Riso Patrón y Fernando Montessus de Ballore, quienes realizaron constantes llamados para definir los potenciales antárticos, organizar y enviar expediciones científicas y, además, estudiar la posibilidad de establecer una posible soberanía.

Finalmente, las publicaciones que divulgaron el conocimientos antárticas fueron los Anales de la Universidad de Chile, el Anuario Hidrográfico de la Marina de Chile, la Revista de Marina, las Actes de la Société Scientifique du Chili y la Revista Chilena de Historia Natural y la Revista Chilena de Historia y Geografía, donde sobresalen los siguientes trabajos: "Nuevo Mapa de Chile, Trabajado Aquí" (Bertrand, 1884), "Los Musgos Colectados por la Expedición Antártica Belga en el Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego" (Porter, 1900), "Dípteros Nuevos Chilenos Descubiertos por la Expedición Antártica Belga" (Porter, 1903), "Un Socorro Oportuno a los Expedicionarios del Antarctic" (Gajardo, 1903), "Por los Mares Australes: Reminiscencias de la Primera Campaña del Antarctic a las Tierras del Rey Óscar II" (Gajardo, 1905a), "Por los Mares Australes: Resumen de las Más Importantes Expediciones Polares Antárticas" (Gajardo, 1905b), "La Antártida Americana" (Riso Patrón, 1908), "Reseña del IX Congreso Internacional de Geografía" (Montebruno, 1909) y, por último, "Observaciones Sismológicas hechas por la Expedición Francesa del Dr. Charcot en la Antártida Chilena" (Montessus, 1910).

REFLEXIONES FINALES

A pesar de los disimiles orígenes y desarrollos de la conciencia territorial antártica de europeos y chilenos, los procesos iniciados por ambos desembocaron finalmente en la creación de una institucionalidad antártica internacional que se abocó a incentivar, primero a través de los Congresos Internacionales de Geografía y, posteriormente, por medio de la Comisión Polar Internacional a los gobiernos, sociedades científicas y hombres de ciencias para que planificaran y enviaran expediciones al continente antártico.

Es así, que finalmente, la consolidación de la conciencia territorial antártica europea y chilena tuvo como base la cooperación lograda por los diferentes actores participantes y que el principal mecanismo que utilizaron para difundirla fueron las revistas seriadas de las Sociedades Geográficas o de otras interesadas en divulgar iguales conocimientos, principalmente, en las áreas de meteorología, magnetismo, oceanografía, glaciología, sismología, vulcanología, batimetría, paleontología, botánica, zoología.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo es parte del Proyecto Conicyt-Fondecyt Regular Nº 1170314, titulado "El Piloto 2° Luis Pardo Villalón y la Segunda Carta Patente Británica: La Política Antártica Chilena entre la Pertenencia Histórica y la Incertidumbre Internacional, 1906-1917".

Además, se agradece al Museo de Historia Natural de Valparaíso que permitió presentar parte de este trabajo en las I Jornadas Interdisciplinarias de Investigación Antártica de Valparaíso que realizó el 24 de agosto de 2017 bajo el título "La ciencia en la formación de la conciencia antártica chilena en las primeras décadas del siglo XX".

BIBLIOGRAFÍA

American Geographical Society. 1896. Report of the Sixth International Geographical Congress, Held in London, 1895. Journal of the American Geographical Society of New York 28 (3): 299-300.

American Geographical Society. 1905. International polar enterprise. Bulletin of the American Geographical Society 37 (11): 674.

American Geographical Society. 1906a. International Congress for the Study of the Polar Regions. Bulletin of the American Geographical Society 38 (7): 441.

American Geographical Society. 1906b. The International Polar Congress at Brussels. Bulletin of the American Geographical Society 38 (10): 632-633.

American Geographical Society. 1915. Justice to Lieut. Wilkes. Bulletin of the American Geographical Society 47 (5): 287.

Amundsen, R. 1913a. The Norwegian South Polar Expedition. The Scottish Geographical Magazine XXIX (1): 1-13.

Amundsen, R. 1913b. Au Pole Sud. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie XXVII (2): 81-91.

Arctowski, H. 1901. Exploration of Antarctic Lands. The Geographical Journal 17 (2): 150-180.

Balch, E. 1910. The Heart of the Antarctic. Bulletin of the American Geographical Society 42 (1): 9-21.

Balch, E. 1905. Antarctic Nomenclature. Bulletin of the American Geographical Society 37 (12): 718-720.

Bartholomew, J. 1898. Antarctic Bibliography. The Scottish Geographical Magazine XIV (10): 563-570.

Berguño, J. 1993. Las Shetland del Sur: El Ciclo Lobero. Boletín Antártico Chileno 12 (1).

Berguño, J. 1998. El Despertar de la Conciencia Antártica (1874-1914): Origen y Desarrollo de la Cooperación Científica Internacional. Boletín Antártico Chileno 17 (2).

Berguño, J. 1999. El Despertar de la Conciencia Antártica (1874-1914): Los Orígenes del Litigio internacional. Boletín Antártico Chileno 18 (2).

Bertrand, A. 1884. Nuevo Mapa de Chile, Trabajado Aquí. Anales de la Universidad de Chile LXVI.

Bidlingmaier, F. 1901. The work and Equipment for earth magnetism and meteorology of the German south polar expedition, and suggestions for international co-operation during the time of the south polar research, 1901-1903. The Scottish Geographical Magazine XVII (9): 467.

Brown, R. 1912. Review. Les Expeditions Polaires depuis 1800 by Jean Denuce. Bulletin of the American Geographical Society 44 (3): 220-221.

Bruce, W. 1913. The Late Captain Robert Falcon Scott. The Scottish Geographical Magazine XXIX (3): 148-153.

Buchanan, J. 1899. On the Physical and Chemical Work of an Antarctic Expedition. The Geographical Journal 14 (5): 552-559.

Cañas, R. 1944. La Antártica. Visionaria Apreciación del General O'Higgins. Memorial del Ejército de Chile 194-195.

Capel, H. 2016. Las Ciencias Sociales y el Estudio del Territorio. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales XXI (1.149): 1-38.

Cook, F. 1901. Captain Fabian Gottlieb Von Bellingshausen, 1819-1821. The Discovery of Alexander I., Peter I and Other Islands. Bulletin of the American Geographical Society 33 (1): 36-41.

Cordier, H. 1904. Le VIII Congres International de Géographie. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie X (4): 223-234.

D'Urville, J. 1843. Voyage Au Pole Sud Et Dans L'Oceanie Sur Les Corvettes L'Astrolabe Et La Zelee Execute Par Ordre Du Roi Pendant Les Annees 1837-1838-1839-1840. Paris: Rue Des Petits-Augustins.

David, E. 1914. Antarctica and Some of Its Problems. The Geographical Journal 43 (6): 605-627.

Escudero, J. 1953. Cincuentenario de la Política Antártica Chilena. Boletín de la Academia Chilena de la Historia 48.

Gajardo, I. 1903. Un Socorro Oportuno a los Expedicionarios del "Antarctic". Revista de Marina 204.

Gajardo, I. 1905a. Por los Mares Australes: Reminiscencias de la Primera Campaña del "Antarctic" a las Tierras del Rey Óscar II" 228.

Gajardo I. 1905b. Por los Mares Australes: Resumen de las Más Importantes Expediciones Polares Antárticas. Revista de Marina 229.

Hulot, E. 1899. Raport sur les Progrés de la Géographie Pensant L'Année 1898. Bulletin de la Société de Géographie de Paris XX (1): 5-75.

Jara, M y Mancilla, P. 2014. Aproximación a una Primera Visión Científica Chilena sobre Tierra del fuego, Islas australes y Antártica, 1892-1906. Magallania 42 (2):61-80.

Jara, M. 2012. Las "Islas Australes" y los prolegómenos de la Política Antártica Chilena, 1892-1896. Estudios Hemisféricos y Polares 3 (4): 269-286.

Kirwam, L. 2001. Historia de las Exploraciones Polares. Barcelona: Luis de Caralt Editor, 438 p.

Mancilla, P. 2010. La Génesis del Conocimiento Científico Chileno sobre los Territorios Australes-Antárticos, 1820- 1884. Estudios Hemisféricos y Polares 1 (1): 46-68

Mancilla, P. 2016. Esbozos para una Historia del Conocimiento Científico Internacional y Chileno sobre el Continente Antártico, 1520-1940. Valparaíso: Ed. LW, 178 p.

Markham, C. 1899. The Antarctic Expeditions. The Geographical Journal 14 (5): 473-481.

Markham, C. 1903. The First Year's Work of the National Antarctic Expedition. The Geographical Journal 22 (1): 13-20 y 37.

Markham, C. 1912. Review of the Results of Twenty Years of Antarctic Work Originated by the Royal Geographical Society. The Geographical Journal 39 (6): 575-580.

Mill, H. 1903. Bellingshausen's Antarctic Voyage. The Geographical Journal 21 (2): 150-159.

Montebruno, J. 1909. Reseña del IX Congreso Internacional de Geografía. Anales de la Universidad de Chile CXXV.

Montessus de Ballore, F. 1910. Observaciones Sismológicas Hechas por la Expedición Francesa del Dr. Charcot en la Antártida Chilena. Anales de la Universidad de Chile CXXVI.

Murray, J. 1898. The Antarctic a Plea for a British Antarctic Expedition. The Scottish Geographical Magazine XIV (10): 505-510.

Navarro, P. 1999. Historia de la Patagonia. Buenos Aires: Ed. Ciudad Argentina, 267 p.

Otto, Nordenskjold. 1904. Résultats scientifiques de l'expédition antarctique suédoise, 1901-1903. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie X (6): 351-362.

Pinochet de la Barra, O. 1981. Evolución Político-Jurídica del Problema Antártico. Revista de Estudios Internacionales 55.

Porter, C. 1900. Los Musgos Colectados por la Expedición Antártica Belga en el Estrecho de Magallanes y Tierra del Fuego. Revista Chilena de Historia Natural IV.

Porter, C. 1903. Dípteros Nuevos Chilenos Descubiertos por la Expedición Antártica Belga. Revista Chilena de Historia Natural VII.

Rabot, C. 1905a. Le Congrés international d'expansion économique mondiale. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie XII (4): 276.

Rabot, C. 1905b. Projet d'exploration systématique des régions polaires. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie XII (5): 321-327.

Rabot, C. 1911. Les baleiniers norvégiens dans l'Antarctide Américaine". La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie XXIII (5): 384-386.

Rabot, C. 1913. Le désastre de l'expédition Scott. La Géographie: Bulletin de la Société de Géographie XXVII (2): 92-98.
Riso Patrón, L. 1908. La Antártida Americana. Anales de la Universidad de Chile CXXII.

Rogers, P. 1982. La Astronomía en Chile Durante la Segunda Mitad del Siglo XIX. Revista Chilena de Historia y Geografía 150 (1982).

Ross, J. 1847. A Voyage of Discovery and Research in the Southern and Antarctic Regions, During the Years 1839-1843. London: J. Murray Editor.

Royal Scottish Geographical Society. 1906a. International Congress for the Study of Polar Regions. The Scottish Geographical Magazine XXII (8): 442.

Royal Scottish Geographical Society. 1906b. The International Congress for the Study of the Polar Regions, Brussels, 1906. The Scottish Geographical Magazine XXII (10): 509-513.

Royal Scottish Geographical Society. 1909. The Antarctic Problem. The Scottish Geographical Magazine XXV (1): 39.

Royal Scottish Geographical Society. 1913. The Disaster to Captain Scott's Antarctic Expedition. The Scottish Geographical Magazine XXIX (3): 154.

Sánchez, A. 1856. Nuevo Curso Completo de Geografía Universal para Uso de los Nuevos Estados Americanos. París: Librería de Rosa y Bouret.

Tierra del Fuego, Islas Australes y Antártica, 1892-1906. MAGALLANIA 42 (2): 61-79.

Wilkes, C. 1845. Narrative of the United States Exploring Expedition: During the Years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842. Philadelphia: Lea and Blanchard.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 83-85
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

RESTOS FÓSILES DE HOJAS EN VALPARAÍSO

Diego Campos Olivares[1]

Resumen: En agosto del año 2017 en la ciudad de Valparaíso fueron encontradas hojas fósiles o "improntas" pertenecientes a un nuevo afloramiento en la quebrada del cerro La Virgen. En éste texto se describirán en breve las características del hallazgo que sigue en estudio y el contexto geológico y paleontológico del lugar.

Palabras Clave: afloramiento, paleontología, geología.

Abstract: In August of 2017 year in the Valparaíso city was finded fossil leafs or "imprints" belonging of a new outcrop in La Virgen hill's ravine. In this text will be described in brief the find's characteristics that keep studying, and the geological and paleontological context of place.

Key Words: outcrop, paleontology, geology.

INTRODUCCIÓN

En Chile el registro fósil se caracteriza por múltiples registros repartidos a lo largo del territorio que representan a distintos seres vivos los cuales existieron en épocas muy diferentes, la zona central del país no es sino un ejemplo claro del amplio potencial paleontológico que existe y que aún queda por explorar e investigar.

La V región posee una gran cantidad de afloramientos fosilíferos que datan desde hace 300 millones de años en Puchuncaví, hasta hace unos miles de años antes de nuestra época.

El presente yacimiento mencionado posee características únicas, siendo de los pocos afloramientos cenozoicos (entre 66 millones y 11.200 años atrás) capaz de conservar vegetación en la zona central.

1 Estudiante segundo medio, Colegio Mar Abierto. Correo: diego.p.campos.o@gmail.com.

LUGAR DEL HALLAZGO

El sector donde se encontraron los restos de vegetación está ubicado en la ladera oeste del cerro La Virgen alrededor unos 80 msnm. Cercano a la estatua de la Virgen y corresponde a una unidad sedimentaria que se extiende desde los cerros Las Delicias y Ramaditas con estratos de origen detrítico, producto de la descomposición en fragmentos de otras rocas, en este caso rocas graníticas que al día de hoy componen la mayoría de los cerros de Valparaíso.

Los estratos contienen distintos tipos de rocas sedimentarias como areniscas gruesas, medias y finas, también conglomerados y brechas, todas estás con escasa consolidación.

RESTOS FÓSILES

Los restos fósiles descubiertos consisten en ejemplares con alto grado de conservación en cuanto a los detalles de la impresión a tal punto de que es fácilmente distinguible el tipo de hoja y las características morfológicas, sin embargo la falta de consolidación de la roca que los expone hace que las muestras se deterioren con facilidad quedando en riesgo de pérdida, los ejemplares se encuentran en estudio en el Museo de Historia Natural de Valparaíso.

Las hojas pertenecen al tipo de vegetación esclerófila, el cual está adaptado a climas mediterráneos con inviernos lluviosos contrastados por veranos secos, para esto desarrollaron hojas duras y porosas para retener la humedad y también una corta distancia entre nudos.

Esta vegetación existe en la zona central a día de hoy y se ha desarrollado desde el periodo mioceno (25-5 Ma) debido a los numerosos cambios climáticos y geográficos (Hinojosa y Villagrán, 1997).



Figura 1. Hojas fósiles encontradas en cerro La Virgen, Valparaíso.



Figura 2. Hojas fósiles encontradas en cerro La Virgen, Valparaíso.

Los géneros mejor representados son Peumus sp. y Lithrea sp. a los que pertenecen especies dominantes del bosque esclerófilo, ante esto se puede inferir también que se trata de lugares cercanos a superficies continentales en las que estos organismos se desarrollaron.

Existe una alta probabilidad de que el sector pertenezca a la formación Navidad (i.e. Fm. Horcón) por las características morfológicas y los tipos de areniscas y su coloración, por ejemplo las areniscas finas grisáceas.



Figura 2. Hojas fósiles encontradas en cerro La Virgen, Valparaíso.



Figura 3. Hojas fósiles encontradas en cerro La Virgen, Valparaíso.



Figura 4. Hojas fósiles encontradas en cerro La Virgen, Valparaíso.

El sector aún permanece en estudio ya que fue recientemente descubierto y se relaciona con otros afloramientos de la provincia de Valparaíso, como cerro Castillo en la ladera sureste o el sector de Quebrada Verde en Laguna Verde, ambos pertenecientes a los ambientes marinos de la formación Navidad, siendo el último fosilífero con moluscos (Gana, et al. 1996).

Probablemente el sector se originó por actividad fluvial y aluvial (canales de agua dulce esporádicos y permanentes, zonas de inundación), debido a que presenta rocas sedimentarias graduadas, lo que podría indicar relación con las precipitaciones y similitudes con los estratos de Potrero Alto, formación que también posee fósiles de vegetación pero en mal estado, de origen continental.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco afectuosamente a Loredana Rosso, Lilian López y al equipo detrás por aceptar los ejemplares en el Museo de Historia Natural de Valparaíso y facilitar la divulgación de este hallazgo, también a mi amigo Emiliano Matthies por su apoyo en terreno.

BIBLIOGRAFÍA

Gana, P., et al. 1996. Mapa geológico del área de Valparaíso y Curacaví. Subdirección nacional de geología. Mapas geológicos / Servicio Nacional de Geología y Minería (1): 1-20.

Hinojosa, L. y Villagrán, C. 1997.Historia de los bosques de Sudamérica, I: Antecedentes paleobotánicos, geológicos y climáticos del terciario del cono sur de América. Revista Chilena de historia natural (70): 225-239.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 86-99
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaiso

UNA MIRADA BAJO LA SUPERFICIE DE LA PLAZA O'HIGGINS, CIUDAD DE VALPARAÍSO

Charles Garceau Saavedra[1]

Resumen: En el marco del proyecto de construcción de los estacionamientos subterráneos de la plaza O'Higgins, se han realizado una serie de intervenciones arqueológicas producto del hallazgo de evidencias que han salido a la luz. Estas dan cuenta de distintas fases de ocupación en un lapso amplio de tiempo, lo que ha venido a establecer un precedente de lo que aún podría permanecer bajo la superficie la ciudad de Valparaíso.

Palabras Claves: Plaza O'Higgins, arqueología, Valparaíso.

Abstract: A series of stages of archaeological work have been carried out in Plaza O'Higgins as a result of the discovery of evidences that have come to light, during the construction of underground parking lots. These evidences account for different phases of human occupation over a long period of time, which has set a precedent for what could still remain below the surface of the city of Valparaiso.

Keywords: Plaza O'Higgins, archaeology, Valparaíso.

INTRODUCCIÓN

Durante el otoño de 2016 se iniciaron las obras de construcción del proyecto de estacionamientos subterráneos de la plaza O'Higgins. Obras como esta han sido implementadas en distintas plazas de nuestro país, como respuesta a la alta demanda de estacionamientos en lugares céntricos de la ciudad. Sin embargo, su centralidad dentro del espacio urbano generalmente coincide con áreas fundacionales, o con una ocupación prolongada durante tiempos históricos, y no con poca frecuencia también ocupaciones prehispánica. Lo último se justifica en el hecho de que las primeras ocupaciones coloniales justamente se asientan en espacios con disponibilidad de recursos naturales y potencial agrícola, que precisamente los pueblos indígenas también aprovecharon.

Frente a tales antecedentes el Consejo de Monumentos Nacionales (en adelante CMN), solicita implementar un monitoreo arqueológico[2] para acompañar las obras de construcción del proyecto de estacionamientos subterráneos de la plaza O'Higgins. Es así que durante el inicio de las obras se comienzan a detectar una serie de vestigios, principalmente de carácter histórico, que restringen completamente la continuidad de los trabajos de construcción (Galarce, 2016). Ante este panorama el CMN solicita estudios de sondeo arqueológico[3], a objeto de determinar las características de lo que parecía ser un yacimiento arqueológico de importancia. Fue así que en septiembre de 2016 comenzamos los primeros trabajos de excavación utilizando técnicas arqueológicas[4], logrando identificar los componentes culturales más representativos del sitio (Garceau, 2016).

---

1 Arqueólogo. Email: charles.garceau@gmail.com
2 La implementación de un monitoreo arqueológico implica la presencia de un profesional arqueólogo principalmente durante la fase de movimientos de tierra.
3 El sondeo arqueológico implica la excavación de calicatas en todo el predio a ser intervenido a objeto de caracterizar en términos arqueológicos el depósito bajo la superficie.
4 Una excavación con técnicas arqueológicas implica extraer sedimentos de manera controlada y por niveles, tamizando y separando los materiales culturales recuperados para ser sometidos con posterioridad a distintos análisis. Este proceso se acompaña de registro escrito, fotográfico y dibujo técnico

En esa oportunidad se logra identificar un componente mayoritariamente histórico de la fase Republicana, que ya había sido detectado previamente durante el monitoreo arqueológico. Además, se identifica un componente colonial y, para nuestra sorpresa, se documenta también un depósito prehispánico asignado a la cultura Aconcagua. Teniendo estos nuevos antecedentes, el CMN solicita realizar un completo rescate arqueológico del predio del proyecto, que involucró excavar mediante técnicas arqueológicas una superficie bastante extensa, sobre todo de los sectores con mayor cantidad de evidencias (Garceau, 2017). Una vez concluido este último trabajo, se autoriza en febrero de 2017 la reanudación de la construcción del proyecto, pero nuevamente condicionado a un monitoreo arqueológico.

Las excavaciones con maquinara lograron rebajar hasta niveles más profundos, detectando, esta vez, contextos de funebria prehispánicos. Inmediatamente se detienen una vez más las obras y se restringen cuatro polígonos para ser trabajados por medio de un rescate arqueológico adicional. Los restos culturales recuperados de las distintas etapas de trabajo arqueológico fueron sometidos a distintos análisis especializados. A esto se suman análisis de dataciones absolutas mediante termoluminiscencia y carbono 14, para precisar la cronología del componente prehispánico, además de estudios isotópicos del colágeno de muestras de restos bioantropológicos[5] .

El presente artículo da cuenta de una experiencia de lo que surgió cuando se abrió la tierra bajo la superficie de la Plaza O'Higgins, y sobre el aporte que entrega el trabajo arqueológico cuando existe la posibilidad de realizar un rescate de evidencias en un espacio como este. Es importante notar que la experiencia del trabajo arqueológico es un proceso en el cual la documentación de objetos y estratigrafías se van tomando como testigos de historias ocultas que se van revelando poco a poco. En este proceso la visión del pasado va mutando constantemente y la interpretación que se presenta nunca puede esperarse que sea completamente objetivo. En este sentido, quisiéramos validar el rol de la imaginación en el proceso del trabajo arqueológico, y en los resultados que puedan ser difundidos al público. Tal como señala Michael Shanks (2012), la Imaginación Arqueológica tiene una importancia fundamental en recrear el mundo detrás de una ruina en el paisaje, reanimar a las personas detrás de objetos fragmentados dejados en la tierra. O como indica Carmel Schrire (1995), sólo la imaginación puede darle sustancia al sonido y gusto al tiempo que ha pasado, anclando el sabor de los momentos perdidos en el desorden de objetos que han quedado atrás. La literatura arqueológica generalmente se centra en macro conceptos como la subsistencia, las estrategias de dominación, patrones de asentamiento, entre otros. Pero limitándose a ellos, queda un profundo silencio de las personas del pasado a partir de los objetos que estos dejaron (Garceau, 2014).



Figura 1. Fotografía aérea del predio de la plaza O'Higgins donde se aprecia la distribución de las unidades de rescate arqueológico.

5 Restos óseos humanos.

A pesar de esto, coincidimos con Alfredo Gonzalez-Ruibal (2006) en que es necesario mantener reflexiones productivas del pasado en vez de reflexiones narcisistas, y que las narraciones del pasado deben estar entrelazadas con evidencias concretas.

Considerando este punto de partida, hablaremos de lo que se encontró debajo de la plaza O'Higgins, pretendiendo entregar un panorama a partir de los resultados obtenidos del trabajo arqueológico realizado. De aquí deriva la pregunta fundamental de lo que se expone en este artículo: ¿Qué hay bajo los pies de las personas que ocupan actualmente la plaza O'Higgins? Luego de presentar la recopilación de antecedentes históricos para el predio, presentaremos las evidencias que se fueron detectando durante el trabajo arqueológico. Para esto último, seguiremos un orden inverso desde las evidencias más recientes hasta aquellas más antiguas, siguiendo la lógica en cómo el arqueólogo experimenta el orden temporal, retrocediendo en el tiempo a medida que bajamos la estratigrafía estudiada hasta los niveles más profundos. Tal como señala el antropólogo Cristian Simonetti (2014), en la disciplina arqueológica se concibe el pasado bajo nuestros, mientras que el tiempo transcurre verticalmente desde abajo hacia arriba. Finalmente, haremos un recuento de los distintos componentes expuestos, cruzando la información documental y arqueológica, sin dejar de lado un poco de imaginación-interpretación en este proceso.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL BARRIO DEL ALMENDRAL

Durante épocas coloniales Valparaíso constituye un poblado muy reducido, concentrado principalmente en lo que fueron los movimientos portuarios. Tuvieron importancia núcleos militares y religiosos que fueron colonizando el espacio, acompañado del surgimiento de espacios poblados. El Almendral se constituye como un lugar de quintas y pequeñas industrias artesanales, separado del sector de puerto por un peñon rocoso natural denominado Punta del Cabo (actual subida Concepción). El puerto, por su parte, se mantuvo como centro activo de la vida comercial y bodegaje.

Especialmente a partir del siglo XVIII Valparaíso se desplegó como puerta de entrada y salida de mercaderías que iban y venían principalmente de Perú. En los momentos de cosecha el "puerto de Santiago" se llenaba con ferias de comerciantes provenientes de las zonas agrícolas centrales, ofreciendo sebo, piel curtida de animales, jarcia, mulas y coco de los alrededores de Valparaíso. Desde Perú llegaban telas, tabaco, azúcar, miel y posiblemente alfarería vidriada (Schlüpmann y Recarte, 2006).

El barrio del Almendral, que ocupa actualmente la Plaza O'Higgins, comienza a surgir especialmente a partir de la llegada de la orden de los Mercedarios que se instalan hacia 1715, en torno a lo que es actualmente la calle Uruguay y la calle Victoria (Morgado, 2013). En el año 1717 se construye la primera iglesia, formando uno de los primeros asentamientos que definen el orden espacial – urbano del radio (Vergara y Ferrada, 2010). Dicha orden religiosa estimuló la ocupación del espacio mediante loteos y cesiones de terrenos, generando caminos para unir el sector con el puerto, propiciado adicionalmente por un naciente flujo hacia la capital. Es importante recalcar que el área que comienza a tener un desarrollo poblacional incipiente gracias a la ocupación de los mercedarios, justamente coincidiendo con el eje de la calle Victoria, a la altura de lo que es actualmente es la Plaza O'Higgins. Todo parece indicar que previo a la llegada de la orden religiosa, espacio haya tenido un carácter nétamente rural y de uso agrícola, posiblemente con algunas viviendas dispersas.

La primera iglesia de la Merced construida en 1717 fue destruida por el terremoto y maremoto de 1730 (Tornero, 1872), construyéndose una segunda iglesia en el mismo lugar. En el siguiente plano de carácter alegórico del capitán Barbinais Le Gentil, quien viajó por nuestro país hacia la segunda década del siglo XVIII, es posible observar algunas construcciones hacia el sector del Almendral, incluyendo una de tipo religioso que probablemente corresponde a la primera iglesia de los Mercedarios (Le Gentil, 1728).



Figura 2. Fragmento de plano colonial de carácter alegórico de Valparaíso (Le Gentil, 1728). A pesar de esto, representa el sector del Puerto y el sector del Almendral, siendo el primero caracterizado como un espacio de mayor densidad constructiva (abajo a la derecha) y el segundo como un espacio de construcciones dispersas y concentradas en torno a una estructura religiosa que probablemente corresponde a la primera iglesia de los Mercedarios (arriba a la izquierda).

Hacia finales del siglo XVIII el Almendral aún se encontraba separado del sector del puerto. En 1778 se inauguró un tercer templo de la Merced, esta vez, de mayor amplitud y construida de ladrillos. Esta iglesia se habría construido de igual manera en lo que actualmente es la esquina de las calles Victoria y Uruguay, con el frontis dando hacia esta última. Esta iglesia fue ilustrada por la viajera María Graham en su paso por Valparaíso en 1822, coincidiendo ese mismo año con un terremoto que la derribó (Graham, 1889).

En el siguiente plano se advierte un núcleo de construcciones en torno al enclave Mercedario, a ambos costados de lo será la calle Victoria y por tanto el margen sur de la plaza O'Higgins. El resto del espacio se observa subdividido con algunas construcciones aisladas, mierntras que el estero de las Zorras (posteriormente llamado estero de Las Delicias y Avenida Argentina) se observa con su cauce natural. Dicho estero constituye la unidad hidrológica de mayor superficie en Valparaíso, que en conjunto con el área de inundación por las mareas a la altura de lo que es la actual Av. Brasil, generaba una barra de desembocadura del estero y un sistema de estuario natural (Álvarez, 2001). Tal es así que la actual calle 12 de Febrero se llamaba la calle Del Peligro por las constantes amenazas de inundaciones de ese sector. Parte de la superficie que ocupa actualmente la Plaza O´Higgins y la totalidad del Congreso Nacional fueron áreas de suelo libre y que eventualmente se inundaban (Luis Álvarez com. pers.).



Figura 3. Fragmento de plano del Almendral de 1790 (en Vásquez, et al. 1999). Por el costado derecho de la imagen se aprecia el cauce natural del estero de Las Zorras y la ilustración de construcciones a lo largo del eje de la futura calle Victoria.

Ya hacia comienzos del siglo XIX Valparaíso comienza paulatinamente a adquirir una planta unitaria entre el sector del Puerto y el Almendral. Notable resulta la descripción de María Graham hacia el año 1822 de este sector: "El Almendral se extiende más de tres millas a lo largo, pero es muy angosto; las casas, como casi todas las de la ciudad son de un piso. Su construcción es de ladrillos sin cocer, que llaman adobes, y que están blanqueadas y techadas con tejas coloradas" (Graham, 1889). Las ilustraciones del sector del Almendral que acompañan el trabajo de María Graham, muestran un paisaje que aún tiene mucho de una configuración rural, lo que a su vez complementa su descripción del Almendral como un lugar con chacras y pequeños cursos de agua (Graham, 1824).



Figura 4. Ilustración de María Graham desde su casa del sector del Almendral hacia el año 1822[6] . Vista hacia la bahía de Valparaíso. A la izquierda (a lo lejos) se observa lo que probablemente fue la torre de la tercera iglesia de los Mercedarios.

A partir de la independencia de la corona española, el comercio chileno se pudo abrir a través de Valparaíso, marcando el comienzo del periodo de mayor esplendor poblacional y económico. Se consolida como un enclave dentro de las rutas que comunicaban Europa con la costa del Océano Pacífico a través del Cabo de Hornos. Fue así que entre 1810 y 1822, la población de la ciudad aumenta de 5.500 a 16.000 habitantes con una población flotante de más de 3.000 marinos nacionales e internacionales (Sánchez, et. at. 2009). Ya hacia mediados del siglo XIX se advierten grandes cambios, un aumento en la densidad de construcciones, y obras urbanas como el encausamiento del estero de Las Zorras, pasando a llamarse estero de Las Delicias. Esto último, permite la incorporación de los sectores previamente inundables hacia el noreste de la actual plaza O'Higgins, tal como se puede ver en el siguiente plano con el levantamiento topográfico de Valparaíso de 1848 de Ramón Salazar.

6 Fuente www.memoriachilena.cl



Figura 5. Fragmento de plano de levantamiento topográfico realizado por Ramón Salazar en 1848 [7]. Se observa por el costado derecho de la imagen una línea diagonal que corresponde al encauzamiento del antiguo estero de Las Zorras, ahora llamado estero de Las Delicias.

En un acercamiento del mismo plano se puede observar que la manzana que actualmente ocupa la Plaza O'Higgins, se encuentra con edificaciones por todo su contorno, incluyendo una edificación donde se lee el texto Tivola, que coincide con el nombre de la antigua calle Tivola (actual calle Rawson por el costado oriental de la Plaza O'Higgins). En el plano se puede observar la cuarta iglesia que fue diseñada por el arquitecto Santiago Pringle e inaugurada en 1838, cuyo frontis daba hacia la calle Merced (Uruguay). Poseía muros de ladrillo y adobe, cuyo frontis presentaba dos torres pequeñas (Tornero, 1872).



Figura 6. Fragmento de plano de levantamiento topográfico realizado por Ramón Salazar en 1848 con un acercamiento de la manzana de lo que sería la futura plaza OHiggins y su entorno. Se observa la cuarta iglesia de la Merced por el costado sur de la calle Victoria.



Figura 7. Fotografía de la calle Victoria donde se puede apreciar una de las torres de la cuarta iglesia de la Merced, cuyo frontis daba hacia la calle de la Merced, actual calle Uruguay. Las construcciones que se observan a la derecha corresponden al margen sur de lo se constituiría posteriormente como la plaza O'Higgins.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX la planta urbana de Valparaíso se densifica aún más, impulsado principalmente por el control del comercio del cabotage vinculado la actividad salitrera (Vergara y Ferrada, 2010). Con todo el desarrollo en la infraestructura urbana de la ciudad puerto, parece ser que la cuarta iglesia mercedaria quedó chica, comenzandose a construir una quinta iglesia que fue inaugurada en 1893, esta vez, con el frontis hacia la calle Victoria cuya ubicación se mantiene hasta el día de hoy. Al año siguiente se demuele la iglesia anterior y se construye un edificio de rentas de los Mercedarios (López, 2007).



Figura 8. Fotografía del sector del Almendral previo al terremoto de 1906. La flecha indica la quinta iglesia de la Merced, y por el costado se observa el edificio de rentas construida en el antiguo espacio ocupado por la cuarta iglesia. A su vez, se delimita en rojo la manzana que actualmente ocupa la plaza O'Higgins, que muestra una profusión de construcciones.

7 Fuente: Mapoteca Biblioteca Nacional Digital. http://www.bibliotecanacionaldigital.cl/bnd/631/w3-article-165715.html

Finalmente, el paisaje urbajo de Valparaíso se ve drásticamente modificado con el desastre del terremoto de 1906. En particular el sector del Almendral fue el más devastado, ocasionado principalmente su emplazamiento sobre depósitos de sustrato arenoso, a lo que se suma un gran incendio que incluye la manzana de lo que actualmente es la plaza O'Higgins, que termina por arrasar con lo poco que queda en pie. Es interesante notar que en una publicación sobre los recuentos de los daños del terremoto se describe el colapso de la quinta iglesia de los mercedarios, pero también se menciona la destrucción del edificio del Teatro Nacional ubicado hacia el margen norte de la calle Victoria en lo que actualmente es la Plaza O'Higgins (Rodríguez y Gajardo, 1906). Este edificio también es individualizado en un plano de Valparaíso de 1897 de Francisco Garnham, frente al edificio de rentas de la orden mercedaria.

La plaza O'Higgins justamente surge como parte de la planificación urbana post terremonto, en respuesta a la necesidad de contar con espacios abiertos donde fuera posible acampar al aire libre luego de una catastrofe como el terremoto acaecido. Por tanto, la plaza O'Higgins se constituye como tal, creando un sello con cubierta vegetal y paseos que invitan a la distención e intercambio social. Poco a poco los restos que quedaron abajo fueron olvidados como un pasado lejano e invisible.

RESULTADOS DE LOS TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS

Tal como se indicó más arriba, seguiremos un orden inverso en el tiempo para ir describiendo las distintas ocupaciones detectadas en el predio de la plaza, siguiendo la lógica de descender desde la superficie; profundizándonos a medida que se retrocede en el tiempo, a través de la maraña de restos que fueron documentados durante las distintas etapas de trabajos arqueológicos. En el sitio se identifican principales tres fases: Republicano, Colonial y Prehispánico.

Fase Republicana

Esta es la fase más representada del sitio, coincidiendo con la densificación poblacional y el advenimiento de la revolución industrial, además de la integración del Almendral a un continuo urbano con el Puerto de Valparaíso. Para esta fase se identifican tanto evidencias muebles (restos de utensilios y otros desechos) como inmuebles (constructivas) que se asignan al siglo XIX, posterior a la independencia de Chile y previo al terremoto de 1906. Estas se encuentran principalmente insertas en el estrato que hemos definido como capa A, concentrando la mayor densidad de material cultural recuperado del sitio. Corresponde a un relleno con desechos constructivos como ladrillos, tejas, mortero, gravilla y arena, constituyendo una matriz de suelo heterogénea. Se logra vislumbrar una compleja red de desagües y fundaciones asociadas a viviendas u otras construcciones previas a la constitución de la plaza. También es notable la presencia de contenedores de árboles que pudieron ser parte de la configuración de patios interiores, así como de pisos de ladrillo con drenajes. La presencia de gran cantidad de desechos de escombros de techumbre de teja y otros restos constructivos sobre antiguos pisos detectados en alguna de las unidades excavadas, podrían estar atestiguando tanto un dinámico proceso de construcción y reconstrucción durante este siglo, como del desastre y posterior abandono como lugar residencial a partir del terremoto de 1906.



Figura 9. Detalle de muro fundación de mampostería de piedra unida con argamasa de arena y cal. Unidad 74.



Figura 10. Cámara de ladrillos con confluencia de cañerías de cerámica inglesa. Unidad 18.



Figura 11. Noria o resumidero de ladrillo. Unidad 47.



Figura 12. Contenedor de árbol de ladrillo. Aún se observan restos de las raíces de árbol en su interior. Unidad 21.

Entre los desechos y artefactos recuperados de los sedimentos de este estrato republicano, incluyen una secuencia que ocupa todo el siglo XIX, especialmente representado por ejemplares diagnósticos de cerámica de alta temperatura (loza, porcelana y gres)[8] . Tal identificación está dada principalmente por atributos estilísticos, pero más precisamente por la presencia de sellos que permiten determinar origen y años específicos. Existe un predominio de loza inglesa, y en menor proporción loza alemana y francesa, siendo concordante con relatos acerca del comercio de Valparaíso, donde se explicita que las tiendas inglesas eran las más numerosas y surtían de artículos de mercería y loza. Se reconoce un predominio de los tipos de loza Whiteware y Pearlware siendo ambos propios del siglo XIX.

Con respecto al análisis de vidrio realizado se puede apreciar que la mayor parte de los ejemplares corresponden a restos de botellas, asignándose casi toda la muestra al siglo XIX [9]. Esta situación obedece probablemente al cambio tecnológico en la industria en vidrio para esta época, que permitió la masificación de la producción de vidrio, y la disminución de sus costos. Se registran etiquetados de origen alemán, francés e inglés, especialmente vinculado al envasado de bebestibles, y en menor proporción botellas de uso estético o medicinal, y tinteros.

La gran mayoría de los elementos metálicos analizados recuperados del sitio, provienen asimismo del siglo XIX, en especial de la segunda década en adelante[10] . Estos objetos se encuentran representados por numerosos restos constructivos como clavos cortados, bisagras, cáncamos, pomos de puertas y aldabas, entre otros, junto a objetos muebles como partes de lámparas, clavos tapiceros industriales y resortes de colchón, que pueden ser asignados a este momento. Igualmente están presentes objetos domésticos, como parte de una plancha, restos de palmatorias, candado y dedales. Por otra parte, esta misma ocupación muestra una alta frecuencia de objetos portados por individuos, especialmente botones y en menor medida otros elementos de vestuario, que provienen de una variedad de prendas tanto civiles como militares, femeninas y masculinas, y de telas finas a gruesas. Destaca también la presencia de monedas en un rango de fechas con alta continuidad entre 1835 y 1907, incluyendo una cantidad no menor de monedas de plata y dos monedas peruanas.

Menos abundantes son los elementos asociados a la preparación/consumo de alimentos o bebidas, destacando recipientes para cocinar en hierro fundido, cubiertos de aleaciones de base cobre, fragmentos de bombillas para mate, restos de latas fabricadas con costuras de plomo, así como objetos que podrían corresponden a latas de conservas muy tempranas fabricadas en bronce/latón en vez de hojalata. Esto último no es extraño ya que las primeras conservas fueron destinadas a usos militares, especialmente para largas travesías marítimas. Otros objetos que probablemente sean asignables a esta ocupación son partes de instrumentos de precisión, como un tubo que podría haber pertenecido a un catalejo o artefacto similar y tornillos de ajuste, junto a objetos relacionados con el comercio, como una plancha tipográfica con una relación de cifras que probablemente informa de transacciones o estados financieros, sellos de plomo y una plaquita con la inscripción de la cantidad en onzas.

8 Análisis especializado de cerámica de alta temperatura realizado por la arqueóloga Gia Lazzari
9 Análisis especializado de vidrio realizado por la arqueóloga Catalina Rodillo.
10 Análisis especializado de metal realizado por la arqueóloga Elvira Latorre.

La gran cantidad de restos arqueofaunísticos o material óseo animal analizado[11] provienen de lo que fue definido como la capa A, sugiriendo que su asignación temporal es principalmente republicana del siglo XIX. Las taxas mayormente representadas corresponden a vacuno y caprinos, siendo más abundante los restos de oveja por sobre la presencia de cabra. Por otra parte, llama la atención la baja proporción de restos de peces dentro de la muestra estudiada, considerando la cercanía al mar.

Fase Colonial

Esta fase marca un largo periodo que, como vimos, deriva probablemente de un uso agrícola y carácter rural de la explanada del Almendral durante al menos los dos primeros siglos de la colonia, para comenzar un proceso incipiente de ocupación a partir de la instalación de la orden mercedaria a partir de comienzos del siglo XVIII, que se desarrolla a lo largo del eje de la calle Victoria en dirección al puerto. Durante nuestras excavaciones arqueológicas identificamos un estrato arenoso orgánico que seguramente corresponde al suelo rural original. Dicho estrato es denominado capa C, y se encuentra generalmente bajo el estrato de relleno republicano con abundancia de desechos constructivos. La capa C presenta tanto evidencias de ocupación prehispánica como colonial, lo que sería coherente con el suelo original de este espacio. Es interesante notar que la capa C, a diferencia de la anterior, aporta un tipo de loza inglesa llamada Creamware, cuya producción fluctúa entre 1743 y 1750, esperándose su ingreso a los puertos chilenos en la última fracción del siglo XVIII y primera del siglo XIX. Esta capa también aporta cerámica mayólica[12] Alcora de origen valenciano, configurándose como elemento diagnóstico cronológico con un rango temporal similar.

En cuanto a otros elementos diagnósticos de alfarería colonial, podemos mencionar la presencia de cerámica pulida delgada elaborada por las monjas Claras de Santiago, asociado a la clase acomodada citadina de la Colonia. Se caracteriza por ser de color rojo, negro o café, con superficies bruñidas, de paredes muy delgadas y formas tales como pequeñas ollas o jarritos, así como también platos bajos. Daniel Schávelzon, ha ubicado tentativamente este tipo de cerámica entre los años 1650 a 1780 (Schávelzon, 2001; Prieto, et. al. 2006). También se registra la presencia de cerámica vidriada atribuida a la producción de los jesuitas, situada alrededor del siglo XVIII (Schávelzon, 2001).

Por otra parte, resulta notable que se hayan identificado elementos diagnósticos más propios del siglo XVII que podría estar atestiguando un asentamiento previo al advenimiento de la orden de los Mercedarios en el área próxima a lo que es actualmente la Plaza O'Higgins. Nos referimos a la presencia no menor de ejemplares de mayólica de origen panameño, que se fabricó desde fines del siglo XVI hasta 1671, cuya manufactura fue realizada en el sitio de Panamá La Vieja. Por su parte, la mayólica Más Allá de origen peruano, también presente en el sitio, se popularizó de manera posterior, pero durante la fase colonial (Prado, 2009). Vale la pena mencionar la presencia de ejemplares de bases de botijas, caracterizados por ser contenedores grandes que poseían una forma globular ligeramente cónica, con una base aguzada inestable y una boca bastante estrecha. Según algunos autores, estas piezas fueron utilizadas para el trasporte de alimentos agrícolas desde España a América, especialmente aceite y vino, durante todo el siglo XVI (Sánchez, 1996).

En cuanto a los objetos metálicos para tiempos coloniales, podemos destacar objetos de fabricación artesanal tanto en hierro como en bronce/latón, con una variedad artefactual menor a la fase republicana, propia de momentos preindustriales, siendo conspicuos los clavos forjados. Junto a ellos se distinguen algunos artefactos de terminaciones estructurales, fijaciones de muebles, escasos elementos de vestuario, ornamentos, monedas y proyectiles esféricos de hierro (balas). Destaca la presencia de dos crucifijos fabricados sobre bronce/latón, evidencias de la religiosidad de un grupo que tiene acceso a algunos metales, pero no a la joyería de raigambre europea, ya sean parte del clero o de la población seglar. En cuanto a las monedas para esta fase se registran de 1733, 1792, 1810 y 1817, todas alusivas a la corona española.

Para la fase colonial no se descarta que parte de las estructuras registradas durante nuestras excavaciones, especialmente las fundaciones de mampostería de piedra más toscas con argamasa de barro, puedan ser exponentes de una fase de ocupación rural previa a la republicana.

Fase Prehispánica

En general esta fase se presenta en menor densidad en comparación a los componentes históricos del sitio, sin embargo, son notables los ejemplares diagnósticos de cerámica vinculados a la cultura Aconcagua, además de elementos atribuibles al periodo de ocupación Inca.

11 Análisis especializado de material arqueofaunístico realizado por los arqueólogos Rafael Labarca y Elisa Calas.
12 La mayólica se diferencia de la loza por ser confeccionada mediante una cocción a baja temperatura.

A pesar de existir una importante intervención en el yacimiento arqueológico producto del desarrollo urbano de la fase republicana, se pudo contar con una buena representación del suelo original (capa C) en algunos sectores, con depositaciones claramente prehispánicas. Estas se caracterizaron por presentar concentraciones de fragmentos de conchas con presencia de cerámica diagnóstica Aconcagua Salmón y ejemplares tricromo engobado[13] . El tipo Aconcagua Salmón se caracteriza por la presencia de decoraciones negro sobre salmón, rojo sobre salmón por las superficies exteriores o interiores de las vasijas, mientras que el segundo está caracterizado por la presencia de fragmentos con decoraciones negro sobre blanco, y negro y rojo sobre blanco frecuentemente aplicadas por la superficie interior. Esta última cerámica puede presentar elementos diaguita incaicos, así como también Aconcagua, pero se inscriben dentro de lo que se denomina Inca local, ya que sus aspectos morfológicos y decorativos se acercan estilísticamente a la cerámica Diaguita. Ha sido definido comúnmente como un contexto alfarero de poblaciones locales que denota influencia Inca (Sánchez, et. al. 2004). Sin embargo, no pueden ser consideradas como parte del conjunto alfarero de los grupos del Norte Chico, por lo que se piensa que corresponderían a piezas producidas localmente (González, 2000).

Es importante notar que el tipo Aconcagua Salmón en otros sitios del mismo periodo en Chile Central es mucho más frecuente en la costa que en el interior, mientras que el tipo Aconcagua Rojo Engobado es mucho más frecuente en el interior que en la costa (Sanhueza, et al. 2003). En este sentido el sitio Plaza O´Higgins se comporta de acuerdo a lo esperado por su localización en la costa, siendo el tipo Aconcagua Salmón el más frecuente. Finalmente, es importante señalar que un fragmento de cerámica negro sobre salmón analizado por termoluminiscencia obtuvo un fechado 1450 a.C. (565 +- 50 años A.P.)[14] , lo que es coherente con la cronología asignada a la ocupación incaica en Chile Central.

Notable resulta la recuperación de importantes contextos funerario asignados a esta fase cultural, con un importante aporte de vasijas completas como ofrendas mortuorias. Las piezas que fueron clasificadas como alfarería Aconcagua se caracterizan por diseños del tipo Aconcagua Tricromo Engobado o Aconcagua Salmón Policromo y del tipo Aconcagua Negro sobre Salmón. Estos presentan motivos netamente Aconcagua, tales como líneas paralelas quebradas con pestañas, rombos con líneas paralelas quebradas y triángulos con pestañas.



Figura 13. Vasija 12. Tipo Aconcagua Tricromo Engobado



Figura 14. Vasija 3. Tipo Aconcagua Negro sobre Salmón.

Las piezas que pudieron ser clasificadas dentro del tipo Inca Mixto o Inca Local, se caracterizan por presentan diseños sobre la superficie interior que muestran elementos incaicos, diaguita - incaicos y Aconcagua, tales como reticulado, líneas paralelas quebradas con pestañas, patrón laberinto y laberinto con pestañas.



Figura 15. Vasija 2. Tipo Inca Mixto.

13 Análisis especializado de material cerámico realizado por los arqueólogos Claudia Solervicen, Sebastián Avilés y Mariela Torres.

14 Datación de cerámica por termoluminiscencia realizada en el Laboratorio de Dosimetría del Instituto de Física de la Pontificia Universidad Católica de Chile.



Figura 16. Vasija 5. Tipo Inca Mixto.

A parte de la cerámica, también se registra material vinculado a los procesos de talla lítica para fabricar instrumentos cortantes y puntas de proyectil[15]. Estas últimas son propias de tiempos tardíos en Chile Central, caracterizado por ser triangulares pequeñas de base escotada. A esto se suma la presencia de artefactos de molienda como morteros y manos de moler.



Figura 17. Punta de proyectil de Plaza O'Higgins.



Figura 18. Mortero de piedra prehispánico de Plaza O'Higgins.

El metal es otra categoría de material cultural que representa la ocupación prehispánica en el sitio (Latorre, 2017). Primero, es de notar que para la zona central de Chile los hallazgos de objetos metálicos de cronología prehispánica son bastante escasos, especialmente para sitios costeros. En términos generales se puede indicar que el conjunto metálico prehispánico en el sitio se puede asignar al período tardío, por la presencia de cinceles y barras, categorías artefactuales que sólo aparecen en Chile Central con la expansión del imperio Inca. Por su parte, existe estrecha afinidad en cuanto a dimensiones y morfología con piezas de sitios contemporáneos a la zona meridional del Norte Semiárido. Se sugiere, por tanto, que los objetos corresponden a una tradición metalúrgica Diaguita y habrían sido fabricados ya sea en el Norte Semiárido o en la zona central por artesanos Diaguitas, puesto que las coincidencias son muy estrechas y no hay antecedentes previos para la mayor parte de los artefactos.

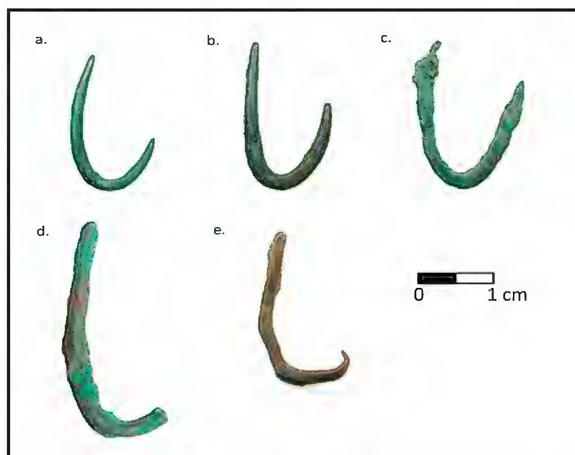


Figura 19. Anzuelos prehispánicos de cobre del sitio Plaza O'Higgins.



Figura 20. Cincel prehispánico de cobre del sitio Plaza O'Higgins.

15 Análisis especializado de material lítico realizado por el arqueólogo Patricio Aguilera.

Si bien los restos arqueofaunísticos muestran una baja frecuencia de restos óseos de pescado en general para el sitio, es importante notar que estos se encuentran más concentrados en la capa C, lo que podría estar acu sando un aporte importante de este recurso durante tiempos coloniales y prehispánicos. La presencia de ejemplares de fauna nativa dentro de la muestra, como guanaco, además de restos de otáridos (lobo de mar) y algunos ejemplares de aves marinas sugieren un uso prehispánico de tales recursos.

Por último, haremos referencia a los contextos funerarios detectados en el sitio[16]. Tal como se mencionó más arriba, durante la etapa final de monitoreo arqueológico se detectan cuatro polígonos con presencia de entierros humanos. Uno de estos mostró la presencia de un cuerpo incompleto previamente disturbado y sin ofrendas. Por otra parte, hacia la porción norte del sitio (cerca de la calle Pedro Montt y calle Rawson) se detectan dos polígonos con la presencia de contextos funerarios con ofrendas de vasijas cerámicas asociadas a la ocupación Aconcagua detectada previamente en el sitio. Se trata de al menos 6 individuos: un adulto-joven femenino entre 20-24 años de edad (Individuo 5), un adulto-medio masculino entre 35-45 años de edad (Individuo 6), un subasulto indeterminado (Individuo 7), un adulto-mayor masculino entre 50-59 años de edad (Individuo 8), un niño entre 3-5 años de edad (Individuo 9) y un infante entre 3-9 meses de edad (Individuo 10). De estos esqueletos, se envió una muestra bioantropológica del individuo 8 para ser analizado por carbono 14 y análisis isotópico[17] . Respecto a lo primero, podemos adelantar un fechado de 1.290 años a.C. (660 +-20 años A.P.), que llama la atención puesto que se trata de un fechado del Periodo Intermedio Tardío previo a la ocupación incaica, lo que sugiere una continuidad en el uso de este espacio hasta la llegada del Inca. Es de notar que el individuo 8 se encontraba acompañado de un total de cinco vasijas, cuatro de las cuales son monocromas sin elementos diagnósticos, y sólo una de ellas presentaba decoración Aconcagua Tricromo Engobado (vasija 12, ver Fig. 13), que perfectamente podría ser pre incaico y por tanto coherente con el fechado obtenido.

Finalmente, el polígono 2 ubicado más al sur, presentó tres individuos: un adulto juvenil femenino entre 19-23 años de edad (Individuo 2), un adulto-medio indeterminado entre 45-55 años de edad (Individuo 3) y un adulto-joven femenino entre 24-30 años de edad (Individuo 4). Desde un primer momento llamó la atención que este grupo de entierros no presentara ofrendas de cerámica como los polígonos anteriores. Esto motivó el envío de una muestra bioantropológica del individuo 2, para ser sometido a análisis por carbono 14 y análisis isotópico, al igual que para el individuo 8, y por tanto evaluar eventuales diferencias. Fue así que se obtuvo un fechado de 700 años a.C. (2650 +-20 años A.P.), lo que inmediatamente permitió establecer una diacronía entre ambos contextos, perteneciente este último a una ocupación de grupos cazadores recolectores del periodo Arcaico Tardío. Otras evidencias de carácter habitacional o doméstico de estas poblaciones no han sido pesquisadas por el momento a través de la información obtenida a partir de nuestras excavaciones. Debido a la cercanía de los tres individuos del polígono 2, y la ausencia de una asociación con ofrendas cerámicas, consideramos que probablemente los tres pertenezcan al mismo contexto cultural. Aún nos encontramos a la espera de analizar los resultados isotópicos entre ambos contextos, que permita establecer patrones de modos de vida (alimentación) y establecer eventuales diferencias.



Figura 21. Fotografía de planta del individuo 8 del polígono 4. Contexto funerario de la cultura Aconcagua.



Figura 22. Fotografía de planta del individuo 2 del polígono 2. Contexto funerario del periodo Arcaico Tardío.

16 Análisis especializado de restos bioantropológicos realizado por la antropóloga física Violeta Abarca.
17 Análisis realizado en Center for Applied Isotope Studies de la Universidad de Georgia en Estados Unidos.

DISCUSIÓN

En base a los datos que hemos presentado sabemos, entonces, que en el mismo espacio donde se constituye actualmente la plaza O'Higgins existió hace unos 2.700 años atrás un asentamiento de cazadores recolectores que en arqueología asignamos al Periodo Arcaico Tardío. Aún no hemos podido encontrar indicios de evidencias domésticas, fuera de las evidencias funerarias registradas. Sabemos que el lugar que ocupa la Plaza O'Higgins se encuentra cercano a los márgenes de lo que antiguamente fue un humedal o estuario natural de desembocadura. Este tipo de ambientes ofreció abundancia de recursos por su rica biodiversidad, lo que con seguridad fue aprovechado por poblaciones cazadoras recolectoras del periodo Arcaico. No es difícil imaginar un campamento de pequeñas chozas cubiertas de cuero de guanaco y fibras vegetales a la luz rojiza del sol de atardecer que logra alumbrar entre las nubes del horizonte.

Unos 2.000 años después, lo que llamamos cultura Aconcagua ocuparía este mismo espacio, congregando a un mayor número de familias. Sus viviendas probablemente fueron elaboradas en quincha (ramas y barro), cubiertas con techo de fibras vegetales extraídas del mismo estuario. Estos habitantes aprovecharon los recursos del mar por medio de la pesca y posiblemente también la cacería de mamíferos marinos. Pero por sobre todo consumieron alimentos producidos en sus propios huertos de la explanada del Almendral, además de productos de los valles interiores como fruto del intercambio. Sus familiares difuntos, enterrados en el sustrato arenoso cercano a sus habitaciones, acompañaron a los vivos en los movimientos y en el tiempo transcurrido en la aldea, el procesamiento y molienda de los alimentos.

Poco después llegarían los Incas como los nuevos mediadores de las entidades del paisaje, especialmente con los señores de las montañas que controlaban la fertilidad de los campos. Los gobernantes incaicos se harían presente en estos nuevos territorios, marcando grandes cambios y estableciendo relaciones de prestigio y reciprocidad con los caciques locales. Aquellas relaciones de prestigio se simbolizaban con el acceso a objetos nuevos como mejores anzuelos de cobre y cinceles del mismo material. Se integran nuevos estilos de otras culturas, especialmente de origen Diaguita. Nuevos elementos decorativos fueron incorporados por los alfareros de la cultura Aconcagua, produciendo lo que llamamos Inca Mixto.

Todo parece indicar que el pueblo Diaguita adquiere una posición privilegiada dentro del Tawantinsuyu[18] , y que en cierta medida sirven de intermediarios con el nuevo modo de organización, seguramente asumiendo el rol de mitmakunas[19].

A partir, de la llegada de los europeos a estas tierras, mucho sabemos de los grandes cambios que vivieron los pueblos originarios. La tierra se divide y se entrega a los conquistadores, junto con la encomienda de mano de obra indígena. Durante la colonia el sector del Almendral pasa por un largo periodo como suelo netamente rural. Como vimos, existen elementos que acusan algún tipo de instalación durante el siglo XVII en el sitio que ocupa la plaza O'Higgins, previo a la llegada de la orden Mercedaria. A partir de la llegada de estos últimos, se constituye un eje de desarrollo a lo largo de lo que actualmente es la calle Victoria, a partir de un centro religioso que también maneja algún nivel de comercio y movimientos con el puerto, y de la ruta hacia Santiago.

Luego de la independencia de Chile, sumado al advenimiento en nuestro país de la revolución industrial y de la apertura económica, Valparaíso se sitúa en un punto clave. En este punto de inflexión en el desarrollo de la ciudad, el sitio de la plaza O'Higgins, pasa de ser un espacio rural o semi rural, a uno fuertemente urbano que vive aceleradas transformaciones constructivas y arquitectónicas. Esto lo pudimos presenciar por la abundancia de desechos domésticos y un depósito de relleno con alta densidad de restos de construcciones asignados al siglo XIX. Dicho depósito probablemente se ve aumentado de manera dramática a partir de la catástrofe del terremoto de 1906, donde todo lo que había en este espacio, así como gran parte del Almendral, se viene abajo. A partir de este momento la planificación post terremoto contempla la construcción de una plaza como un espacio necesario, no sólo por su valor estético y de uso público, sino por su importante papel que espacios abiertos como estos adquieren luego de un terremoto para acampara al aire libre.

CONCLUSIONES

Los descubrimientos arqueológicos de la Plaza O'Higgins vienen a establecer un hito patrimonial dentro del paisaje urbano de Valparaíso. Bajo su cubierta de árboles, paseos y bancas para el descanso, propio de las plazas de nuestro país, yacía una historia que habla sobre distintas ocupaciones que se dieron en el tiempo y que terminan con el desastre del terremoto de 1906. Fue justamente a partir de este último evento que se

18 Nombre quechua que se le dio al imperio Inca.
19 Colonos dentro del sistema de traslado de poblaciones muy propio del sistema de dominio incaico.

constituye la plaza, creando un sello (la plaza) que detiene en el tiempo lo que queda debajo. Esto en términos arqueológicos es algo notable como fenómeno. Otro aspecto notable del sitio es la representación de distintas ocupaciones a lo largo del tiempo, incluyendo evidencias prehispánicas que establecen un precedente dentro de la literatura arqueológica.

El potencial de información contenida en los objetos recuperados de la plaza O'Higgins es enorme. Por limitaciones de espacio hemos presentado aquí una ligera pincelada, tanto en términos de los datos como de las posibles interpretaciones del registro. A partir de los análisis de las distintas categorías de materiales culturales recuperados, aún se puede ahondar en distintas preguntas de investigación. Dichos materiales han quedado almacenados siguiendo estrictos protocolos de conservación en dependencias del Museo de Historia Natural de Valparaíso. Institución que los custodiará para que queden a disposición de futuras investigaciones y para difundir sobre los descubrimientos que se obtuvieron de este sitio arqueológico ubicado en plena ciudad.

Queremos recalcar la importancia que tienen los trabajos de rescate arqueológico que van de la mano de nuevas obras de infraestructura y progreso. Sobre todo, porque los sedimentos contenidos en una estratigrafía de un depósito arqueológico constituyen un registro que sólo se puede leer una vez, y cuya lectura sólo se puede realizar mediante el lente metodológico del quehacer arqueológico.

A través del trabajo expuesto, se ha pretendido aportar en la difusión del trabajo arqueológico de la Plaza O'Higgins a los habitantes del presente, al abrir una ventana como esta hacia el pasado. En este proceso se reformula y resignifica este patrimonio como parte del imaginario y la identidad del lugar, y de paso se conmemora a aquellos que habitaron en este lugar antes que nosotros.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a las decenas de arqueólogos y sus ayudantes, además de conservadores, dibujantes, topógrafos y cineastas, que hicieron posible un completo registro del rescate arqueológico de Plaza O'Higgins.



Figura 23. Vista de trabajos arqueológicos realizados en el sitio Plaza O'Higgins.

REFERENCIAS CITADAS

Álvarez, L. 2001. "Origen de los espacios públicos en Valparaíso: el discurso higienista y las condiciones ambientales en el siglo XIX" Revista de Urbanismo (4): 1-22. Universidad de Chile. Santiago.

Galarce, P. 2016. "Informe Monitoreo N° 2 del Proyecto Estacionamientos Subterráneos Plaza O'Higgins". Archeos Chile Consultores en Arqueología Ltda. Mandante: Consorcio Valparaíso S.A. Disponible en los archivos del Consejo de Monumentos Nacionales.

Garceau, C. 2014. An Archaeological Journey to Cerro El Plomo, Central Chile. Narrating from a Present to an Imagined Past. M.A. Thesis. Submitted to the Department of Anthropology, Columbia University in the city of New York.

Garceau, C. 2016. "Informe Ejecutivo de Terreno, Caracterización Arqueológica, Sitio Plaza O'Higgins 1. Proyecto Estacionamientos Subterráneos Plaza O'Higgins. Valparaíso". Mandante: Consorcio Valparaíso S.A. Disponible en los archivos del Consejo de Monumentos Nacionales.

Garceau, C. 2017. "Informe Ejecutivo de Terreno, Rescate Arqueológico, Sitio Plaza O'Higgins 1. Proyecto Estacionamientos Subterráneos Plaza O'Higgins. Valparaíso". Mandante: Consorcio Valparaíso S.A. Disponible en los archivos del Consejo de Monumentos Nacionales.

González, P. 2000. "Patrones decorativos de las culturas agroalfareras de la provincia del Choapa y su relación con los desarrollos culturales de las áreas aledañas (Norte Chico y Zona Central)". Actas del XIV Congreso nacional de Arqueología Chilena (Copiapó, 1997), tomo II: 191-221.

González-Ruibal, A. 2006. "Experiencia, narración, personas: elementos para una arqueología comprensible". Complutum (17): 235–46.

Graham, M. 1824. Journal of a residence in Chile, during the year 1822. And a voyage from Chile to Brazil in 1823. Publisher London, Printed for Longman, Hurst, Rees, Orme, Brown, and Green, and John Murray.

Graham, M. 1889. Diario de su residencia en Chile (1822) y de su viaje al Brasil (1823). Editorial América. Madrid.
Le Gentil, B. 1728. Nouveau Voyage Autour du Monde. Tomo 1. Editado por P. Mortier. Amsterdam.

López, A. 2007. "Iglesias de Valparaíso. La única web que rescata todo el pasado de las iglesias de Valparaíso, a través de las fotografías." Disponible en: http://valpoiglesias.blogspot.cl/2007/06/iglesia-de-la-merced.html. [Consulta: Octubre, 2017]

Morgado, F. M. 2013. Nuevo teatro y centro cultural imperio. Plan Barrio El Almendral. Santiago.: Universidad de Chile.

Prado, C. 2009. "Una Aproximación a la Cerámica Doméstica de Tradición Hispana Utilizada en Santiago Durante el Período Colonial". Panel presentado en el XVIII Congreso Nacional de Arqueología Chilena. Valparaíso.

Prieto, C., J. Baeza, F. Rivera y P. Rivas. 2006. "Estudios Cerámicos en la Catedral Metropolitana, Aportes a la Arqueología Histórica de Santiago de Chile". Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Tomo 2: 1025-1036, Valdivia.

Rodríguez, A y C. Gajardo. 1906. La catástrofe del 16 de agosto de 1906 en la República de Chile. Imprenta, litografía y encuadernación Barcelona. Santiago.

Sánchez, A., J. Bosque y C. Jiménez. 2009. "Valparaíso: su geografía, su historia y su identidad como Patrimonio de la Humanidad". Estudios Geográficos, Vol. LXX, 266: 269-293.

Sánchez, J.M. 1996. "La cerámica exportada a América en el siglo XVI a través de la documentación del archivo general de Indias". Laboratorio de Arte (9): 125-142.

Sánchez R., Rodrigo; Pavlovic B., Daniel; González C, Paola y Troncoso M, Andrés. 2004. "Curso Superior Del Río Aconcagua: Un Área de Interdigitación Cultural Períodos Intermedio Tardío y Tardío". Chungará (Arica). vol. 36: 753-766.

Schavelson, D. 2001. "Catálogo de Cerámicas Históricas de Buenos Aires (Siglos XVI-XX). Con Notas sobre la Región del Río de la Plata". Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires. Centro de Arqueología Urbana. Fundación para la Investigación del Arte Argentino. Telefónica.

Sanhueza L. Baudet D. y G. Urizar. 2003. "Análisis Laboratorio Sitio N° 10 – 14. Las Brisas de Santo Domingo Sur". Manuscrito en posesión de los autores.

Schlüpmann, J. y S. Recarte. 2006. Cartas edificantes sobre el comercio y la navegación entre Perú y Chile a comienzos del siglo XVIII: Correspondencia y contabilidad de una compañía comercial (1713-1730). Instituto de Estudios peruanos. (Vol. 206).

Schrire, Carmel.1995. Digging through darkness: chronicles of an archaeologist. University Press of Virginia. Charlottesville

Shanks, M. 2012. The Archaeological Imagination. Left Coast Press Inc. Walnut Creek, CA.

Simonetti, C. 2014. "With the past under your feet: on the development of time concepts in archaeology". Anuario Antropológico/2013, Brasilia, UnB, 2014, v. 39, (2): 283-313

Tornero, R. 1872. Chile Ilustrado. Guía Descriptiva del Territorio de Chile, de las Capitales de Provincia i de los Puertos Principales. Librerías y Ajencias del Mercurio. Valparaíso.

Vergara, C. y M. Ferrada. 2010. "Preservación de Inmuebles y Zonas de Conservación Histórica de Valparaíso" Urbano, vol. 13, núm. (21): 32-40 Universidad del Bío Bío Concepción, Chile. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19817760005 [Consulta: Octubre, 2017].

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 100-107
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

CONOCIMIENTO DE LA COMPOSICIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE PECES DULCEACUÍCOLAS, PRODUCTO DE LAS MODIFICACIONES HÍDRICAS EN RÍOS Y ESTEROS GENERADAS POR EL FENÓMENO DE SEQUIA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

Sergio Quiroz Jara[1] , *Juan Carlos Orellana Yevenes*[2] & *Juan Fernandez Méndez*[2]

Resumen: Los últimos años Chile ha sido marcado por un déficit de precipitaciones que ha disminuido las reservas de aguas, afectando los cursos de agua a lo largo del país. Por este fenómeno de sequia prolongada, podemos asumir que la comunidad de peces dulceacuícolas se ve directamente afectados, esencialmente porque, como organismos estrictamente acuáticos dependen de la disponibilidad del vital elemento para la obtención de oxígeno, alimentación y reproducción.

La existencia de esteros y ríos sin agua, provoco una disminución de las distribuciones espaciales de las poblaciones de especies icticas, es así que especies nativas como *Basilichthys microlepidotus* hallan disminuidos su rango de distribución en un 50%, debido y producto de la sequía los cuerpos de aguas (ríos Petorca, Ligua, estero Catapilco y Casablanca) que habitualmente se registraba, hoy se encuentran sin agua. Situación que también afectó a las poblaciones de *Trichomycterus areolatus* con un 42% y *Cheirodon pisciculus* con 40% de pérdida en sus distribuciones

Palabras claves: Peces dulceacuícolas, sequia, Región de Valparaíso.

Abstract: In recent years Chile has been marked by a lack of rainfall has decreased the water reserves, affecting the water courses throughout the country. By this phenomenon of prolonged drought, we can assume that the community of freshwater fishes is directly affected, essentially because, as strictly aquatic organisms depend on the availability of vital element for obtaining oxygen, feeding and reproduction.

The existence of swamps and rivers without water, led to a decline in the spatial distributions of the populations of fish species, so that native species like *Basilichthys microlepidotus* are diminished its range in a 50%, because of the drought and the bodies of waters (rivers Petorca, La Ligua, Catapilco y Casablanca) which are usually recorded, today are without water. A situation that also affected the populations of *Trichomycterus areolatus* with a 42% *Cheirodon pisciculus* and with 40% loss in their distributions.

Keywords: Freshwater fish, drought, Valparaiso Region.

1 Curador, Departamento de Ciencias, Museo de Historia Natural de Valparaíso, sergio.quiroz@museosdibam.cl.
2 Estudios y Restauración Ambiental Sustentable, contacto@erasustentable.cl

ANTECEDENTES

La ictiología en la Región de Valparaíso

Estudios sobre fauna de peces de agua dulce de la Región de Valparaíso son escasos. Uno de los primeros aportes lo realizó Eigenmann (1927) quien desarrolló un extenso estudio a nivel nacional y de manera tangencial cito algunas especies de la Región, estableciendo un probable origen de esta fauna. Más centrado en la región se encuentra el aporte de Dazarola (1972), el cual se refiere particularmente a la distribución de la ictiofauna del río Aconcagua. Este autor reconoció 17 especies, de las cuales ocho son nativas *Caragola lapicida*, *Cheirodon pisciculus*, *Galaxias maculatus*, *Trichomycterus areolatus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Basilichthys regia laticlavia, Mugil cephalus* y *Percichthys melanops*, y nueve exóticas *Salmo trutta*, *Salmo fontinalis*, *Gambusia affinis*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Tinca tinca, Odonthestes bonariensis* y *Cichlasoma facetum*. Como también para el estero Marga - Marga, donde describe cinco especies, tres nativas *Basilichthys microlepidotus*, *Trichomycterus areolatus* y *Cheirodon pisciculus*, y dos introducidas *Cyprinus carpio* y *Carassius carassius*.

Barría y Boré (1978), al estudiar la calidad del agua del estero Limache, afluente del río Aconcagua, en vista de la futura construcción del embalse Los Aromos, establecen que la ictiofauna en el estero Limache ha disminuido tanto en su distribución como su diversidad, entre la zona de descarga (Puente de Colmo) y Queronque (Limache), reconociéndose cinco especies: *Diplomystes chilensis*, *Cheirodon pisciculus*, *Percichthys trucha*, *Gambusia affinis* y *Basilichthys microlepidotus.* En el estudio de línea de base en el río Aconcagua realizado por la Consultora Kristal- Homsi et al.,(1996), se cita la presencia de cinco especies de peces, para el tramo comprendido entre San Felipe y Puente de Colmo, de las cuales tres corresponden a especies nativas: *Cheirodon pisciculus*, *Trichomycterus areolatus* y *Basilichthys australis*; y dos exóticas: *Cyprinus carpio* y *Gambusia affinis*.

Baeza (1998) plantea la situación actual de la fauna íctica del Estero Limache, entre el Sector de Los Chaparros y Puente Colmo, reconociendo la presencia de doce especies, de las cuales cinco son nativas *Cheirodon pisciculus*, *Trichomycterus areolatus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Mugil cephalus* y *Percilia gillissi*; y siete foráneas: *Cyprinus carpio*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis*, *Cichlasoma facetum*, *Carassius carassius* y *Odonthestes bonariensis*.

Quiroz (1999) establece la ictiofauna presente en el Estero de Viña del Mar, entre el Puente las Cucharas, en el sector alto de la ciudad homónima y su desembocadura, reconoce ocho especies de las cuales dos son nativas *Trichomycterus areolatus* y *Basilichthys microlepidotus* y seis foráneas *Cyprinus carpio, Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis*, *Cichlasoma facetum*, *Odonthestes bonariensis* y *Cheirodon interruptus.*

Y Zunino (2009) registra las comunidades de peces en 11 desembocaduras de ríos y esteros de la región de Valparaíso. Los resultados muestran 23 especies, de las cuales el 68,8% (14 especies) son nativas y/o endémicas. Quiroz (2009), genera un compilado a través de una guía de campo de las especies de peces dulceacuícolas de la región de Valparaíso, estableciendo un total de 25 especies.

PROBLEMA DE ESTUDIO

Los últimos años Chile ha sido marcado por un déficit de precipitaciones que ha disminuido las reservas de aguas y afectando los cursos de agua a lo largo del país. Según datos de la Dirección Meteorológica, el período entre 2003 y 2014 ha sido la década más seca desde 1866 para la zona central que comprende desde la región de Coquimbo hasta Biobío y 2014 se perfiló como el quinto año consecutivo de déficit pluvial en la zona.

Considerando lo anterior, podemos asumir que la comunidad de peces dulceacuícolas se ve directamente afectadas por este fenómeno de sequia prolongada, esencialmente porque, como organismos estrictamente acuáticos dependen de la disponibilidad del vital elemento para la obtención de oxígeno, alimentación y reproducción. Y si estas condiciones no son favorables pueden llevar a la mortandad de una gran cantidad de individuos, como también puede provocar una fragmentación de las poblaciones, situación originada por la baja de los niveles de agua, generando pozones aislados en toda la extensión del cauce del río o estero.

De los antecedentes, podemos ver que los últimos levantamientos de información sobre las comunidades de peces en la región de Valparaíso, fueron desarrollados en el año 2009. Hoy ya transcurridos ocho años, en los cuales se ha producido el fenómeno de sequia antes descrito, se hace necesario y urgente desarrollar un estudio que permita conocer hoy la situación comunitaria de los peces dulceacuícolas de la Región de Valparaíso.

METODOLOGÍA

Área de Muestreo

El trabajo se realizó en 11 cuerpos de aguas, ríos y esteros exorreicos de la región de Valparaíso (Figura 1). De Norte a Sur se prospectaron los siguientes cuerpos de aguas: Estero Guaquén (UTM 270253 E/6418374 N), Río Petorca (UTM 320027 E/6430393 N), Río Ligua (UTM 293685 E/640667 N), Estero Catapilco (UTM 278425 E/6391878 N), Río Aconcagua (UTM 325811 E/6372276 N), Estero Reñaca (UTM 263160 E/6349014 N), Estero de Viña del Mar (UTM 266261 E/6340404 N), Estero Puangue (UTM297804 E/6327054 N) , Estero el Sauce (UTM 251472 E/6333819 N), Estero Casablanca (UTM 267242 E/6313637 N), Estero del Rosario (UTM 267262 E/6294015 N) y Río Maipo (UTM 258415 E/6275786 N) .

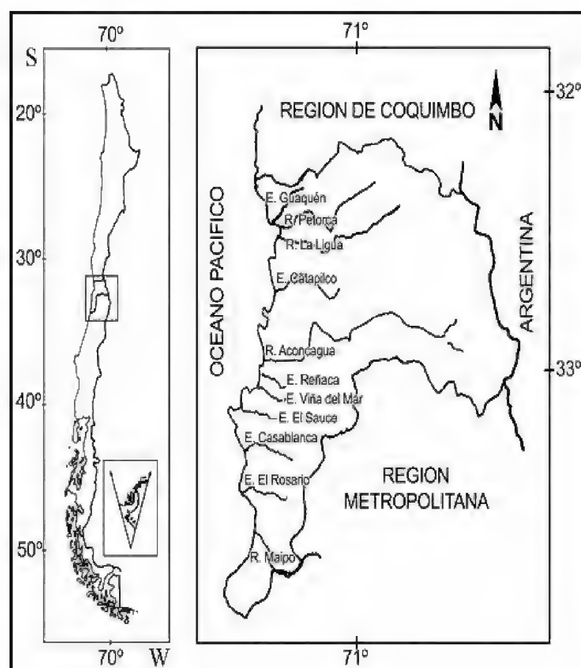


Figura 1. Esteros y ríos propuestos para estudio de la Región de Valparaíso.

Se realizaron los muestreos en cada cuerpo de agua donde se fijaron tres estaciones de trabajo: curso alto, curso medio y desembocadura. Cada estación presento una longitud máxima de 100 metros de longitud.

La captura de peces se realizó en cada una de las estaciones a través de la técnica de pesca eléctrica con un equipo SAMUS 725 MP de última generación, con un esfuerzo hombre de captura que se estandarizó in situ.

Los individuos capturados con chinguillos, fueron depositados en baldes con la misma agua del río más un sistema de aireación portátil. Fueron identificados, cuantificados y registrados sus características biométricas de Longitud Total (LT), Longitud estándar (LE), y ancho, por medio de un ictiómetro ó un pie de metro de 1 mm de precisión y pesados usando una balanza digital marca Jadever, modelo "SNUG – 300" de 0,1 gramos de precisión. Terminado lo anterior estos se mantuvieron en baldes de recuperación para ser nuevamente devueltos a su hábitat.

Con los datos obtenidos en las tres estaciones, se realizó un análisis de los parámetros ecológicos a través de los índices de similitud y diversidad aplicando el Sofware Biodiversity Pro, versión 2.0.

RESULTADOS

Riqueza

Los resultados obtenidos en la campaña del mes de septiembre de 2015 nos muestran que de los 11 cuerpos de aguas investigados, sólo siete se encuentran naturalmente activos por presentar agua en su cauces, estos fueron Estero Guaquén, Río Aconcagua, Estero Reñaca, Estero de Viña del Mar, Estero Puangue, Estero el Sauce y Río Maipo.

El muestreo permitió establecer una riqueza de la ictiofauna regional (Tabla 1) de 12 familias (Characidae, Trichomycteridae, Galaxiidae, Mugilidae, Atherinopsidae, Percichthyidae, Perciliidae, Salmonidae, Cyprinidae, Characidae, Poecilidae y Cichlidae) con 16 especies. De estas últimas se registraron nueve especies nativas (*Cheirodon pisciculus*, *Trichomycterus areolatus*, *Galaxias maculatus*, *Mugil cephalus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Odontesthes brevianalis*, *Percichthys trucha*, *Percichthys melanops* y *Percilia gillissi*) y siete especies exóticas (*Oncorhynchus mykiss*, *Salmo trutta*, *Cyprinus carpio*, *Cheirondon interruptus*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia holbrooki* y *Australoheros facetus*).

Respecto a la riqueza especifica por cuerpo de agua, vemos en tabla 1, que para el norte de la región de Valparaíso, sólo el Estero Guaquen presentó disponibilidad de agua en su cauce, presentando sólo una especie exótica: *Gambusia holbrooki*, Al sur de la región, el río Maipo agrupo en sus aguas un total de 10 especies; de las cuales seis son nativas: *Cheirodon pisciculus, Trichomycterus areolatus*, *Galaxias maculatus*, *Mugil cephalus*, *Basilichthys microlepidotus*, *Odontesthes brevianalis* y cuatro exóticas *Cyprinus carpio*, *Cheirondon interruptus*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gam-*

especies	Estero Guaquen	Río Petorca	Río la Ligua	Estero Catapilco	Río Aconcagua	Estero Reñaca	Estero de Viña del Mar	Estero Puangue	Estero el Sauce	Estero Casablanca	Estero del Rosario	Río Maipo	Total
Cheirodon pisciculus							2	4				1	7
Trichomycterus areolatus					6		1	4				1	12
Galaxias maculatus												2	2
Mugil cephalus												3	3
Basilichthys microlepidotus							4					1	5
Odontesthes brevianalis												1	1
Percichthys truchas								1					1
Percichthys melanops			Sin Agua					1		Sin Agua			1
Percilia gillissi								2					2
Oncorhynchus mykiss								1					1
Salmo trutta								2					2
Cyprinus carpio					2		3					2	7
Cheirodon interruptus					1		1	2	1			2	7
Cnesterodon decemmaculatus					2	3	2		4			4	15
Gambusia holbrooki	6				4		2		1			5	18
Australoheros facetus							2						2
Total	6	0	0	0	15	3	17	17	6	0	0	22	86

Tabla 1. Fauna ictica registradas en los cuerpos de aguas superficiales estudiados de norte a sur de la región. En color se indican los cuerpos que se encontraban sin agua: Río Petorca, Río la Ligua, Estero Catapilco, Estero Casablanca y Estero del Rosario.

La mayor riqueza se presenta en el centro de la región, donde los cinco cuerpos de aguas estudiados presentaron especies. El Estero de Viña del Mar registró un total de ocho especies. De las cuales sólo tres son nativas (*Cheirodon pisciculus, Trichomycterus areolatus y Basilichthys microlepidotus*) y cinco exóticas (*Cyprinus carpio, Cheirodon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus, Gambusia holbrooki* y *Australoheros facetus*), le sigue en términos de riqueza de especies el Estero Puangue, en la localidad de Colliguay con siete especies de las cuales cinco son nativas (T*richomycterus areolatus, Cheirodon pisciculus, Percichthys trucha, Percichthys melanops* y *Percilia gillissi*) y tres exóticas (*Oncorhynchus mykiss, Salmo trutta* y *Cheirondon interruptus*). A continuación el Río Aconcagua presentó una especie nativa (*Trichomycterus areolatus*) y cuatro exóticas (*Cyprinus carpio, Cheirodon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia holbrooki*).

Una situación diferente se presentó en los esteros Reñaca y el Sauce, en los cuales no se registraron especies nativas, sólo exóticas. El estero Reñaca presentó sólo una especie *Cnesterodon decemmaculatus* y el estero el Sauce tres especies *Cheirodon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia holbrooki.*

ABUNDANCIA

Las abundancias registradas fueron acotadas en cada uno de los cuerpos de aguas estudiados, estableciendo un total de 86 individuos, de los cuales el 40% (34 individuos) correspondieron a especies nativas, el restante 60% (52 individuos) fueron especies introducidas (Figura 2).

De las especies nativas, *Trichomycterus areolatus* presentó la mayor abundancia con 12 individuos, seguida por *Cheirodon pisciculus* con siete individuos y *Basilichthys microlepidotus* con cinco especímenes.

Para el caso de las especies Introducidas la familia Poecilidae reunió la mayor abundancia poblacional con un total de 33 individuos alcanzando el 63% respecto a las demás especies. La familia se encuentra conformada por dos especies, *Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia holbrooki* con 15 y 18 individuos respectivamente.

DISTRIBUCIÓN

Respecto a la distribución espacial, la campaña realizada en el mes de septiembre de 2015, permitió visualizar agrupaciones comunitarias bien definidas en los cuerpos de aguas ubicados en el centro de la región (Río Aconcagua, Estero Reñaca, Estero de Viña del Mar, Estero Puangue y el Estero el Sauce) concentrando una riqueza de 13 especies equivalente al 81% del total registrado en la región.

Se observa que la condición de sequía, en los Río Petorca, Río la Ligua, Estero Catapilco, Estero Casablanca y Estero del Rosario , han provocado una distribución agregada de la ictiofauna hacia los tramos medio-bajo del sistema fluvial, observando presencia de peces en áreas potamales (aguas lentas) con sustratos de ripio y bolones.

Es así que se registran tres grupos de distribución agregada, en los cuales existen especies dominantes respecto a sus abundancias: hacia el norte de la región en el estero Guaquen único sistema con disponibilidad de agua domina la especie introducida *Gambusia holbrooki.* Entre el río Aconcagua y el estero el Sauce se presentan seis especies dominantes, dos de ellas nativas: *Cheirodon pisciculus, Trichomycterus areolatus*, y cuatro introducidas: *Cyprinus carpio, Cheirodon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus, Gambusia holbrooki* y el tercer grupo en el río Aconcagua, con tres especies dominantes una nativa: *Mugil cephalus* y dos introducidas: *Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia holbrooki.*

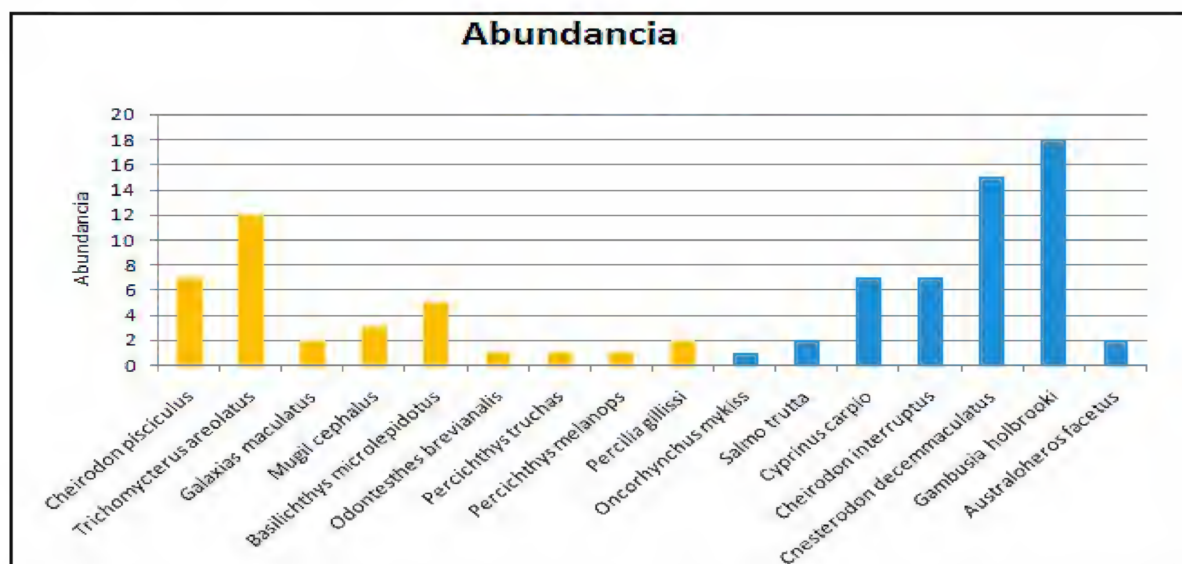


Figura 2. Gráfica que muestra las abundancias de la comunidad íctica de la región de Valparaíso en el mes de septiembre de 2015. En color naranjo se presentan las especies nativas y en color azul las especies introducidas.

BIOMETRÍA

Las medidas corporales promedios de los individuos de cada especie mostraron tendencias de longitud total pequeñas con rangos de 3,4 cm a 18 cm para las especies nativas; mientras que las especies introducidas que habitualmente son grandes presentaron rangos de 2,7 cm a 19 cm de Longitud total. El peso promedio presento rangos de 0,2 gramos a 81 gramos, este último valor asociado a especies nativas de tallas grandes como lo es Mugil cephalus. En el caso de las especies introducidas el rango para el peso fue similar de 0,2 gramos a 98 gramos, este último valor asociado a *Cyprinus carpio*.



Figura 3. Especies registradas en septiembre de 2015 (A) *Cheirodon interruptus*, (B) *Percilia gillisi*, (C) *Cnesterodon decemmaculatus*, (D) *Basilichthys microlepidotus*, (E) *Gambusia holbrooki* y (F) *Trichomycterus areolatus.*

ANÁLISIS COMUNITARIO

El análisis comunitario nos muestra que las similitudes están asociadas a las especies introducidas (Figura 4), las cuales se encuentran en la totalidad de los esteros y ríos estudiados, siendo los esteros Guaquen, Reñaca y Sauce, los sistemas que no registraron especies nativas. La similitud en este sentido alcanzó un 66,7% entre el estero el Sauce y el Reñaca donde *Cnesterodon decemmaculatus* es predominante.

El dendrograma refleja que el estero de Viña del Mar, el río Aconcagua y el río Maipo presentan una similitud entre 51,3% al 55,6%, por presencia de especies nativas de las familias Characidae, Trichomycteridae y Atherinopsidae, siendo la especie *Trichomycterus areolatus* la especie predominante.

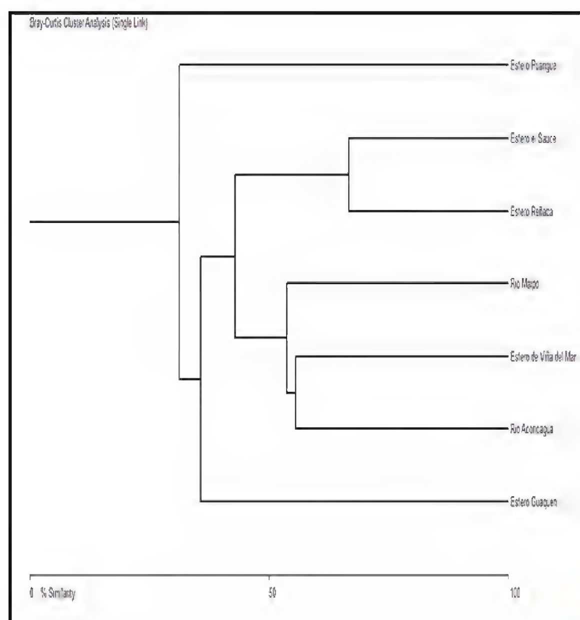


Figura 4. Dendrograma de similitud biocenotica de las comunidades icticas.

Respecto a la diversidad, los resultados nos muestran que el río Maipo presentó la más alta diversidad con 0,93 bits/individuos, con 10 especies: seis nativas (*Cheirodon pisciculus, Trichomycterus areolatus, Galaxias maculatus, Mugil cephalus, Basilichthys microlepidotus, Odontesthes brevianalis* y cuatro exóticas *Cyprinus carpio, Cheirondon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus, Gambusia holbrooki*. Seguido del estero de Viña del Mar que refleja una diversidad de 0,86 bits/individuos, con ocho especies: tres nativas (*Cheirodon pisciculus, Trichomycterus areolatus* y *Basilichthys microlepidotus*) y cinco exóticas (*Cyprinus carpio, Cheirodon interruptus, Cnesterodon decemmaculatus, Gambusia holbrooki* y *Australoheros facetus*).

CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE FLUVIAL

El paisaje de los esteros y ríos que presentaron disponibilidad de agua, refleja el impacto del fenómeno de sequía presente en la zona mediterránea de Chile. En los esteros y ríos muestreados durante el mes de septiembre de 2015, los valores promedios de profundidad de la columna de agua, fluctuaron entre los 0,01 a 0,33 metros, con lechos representados en un 54% por ripio, 21 % de limo-fango, 19% por ripio de bolones y un 6% de grava. Los valores de velocidad presentaron una variación entre 0,06 a 0,83 metros por segundo.
Respecto a los parámetros físicos y químicos, vemos que el pH fluctuó entre los 7,60 a 8,30. Los valores de conductividad presentaron valores entre los 0,24 a 0,34 mS/cm, mientras que los sólidos disueltos se presentaron entre los 0,31 a 0,41 partes por millón. Por último las temperaturas del agua fluctuaron entre los 18,9 a 23,0 grados Celsius, con valores de oxígeno disuelto de 6,51 a 9,03 miligramos por litro.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Enunciando del problema…"De los antecedentes, podemos ver que los últimos levantamientos de información sobre las comunidades de peces en la región de Valparaíso, fueron desarrollados en el año 2009. Hoy ya transcurridos seis años, en los cuales se ha producido el fenómeno de sequía, se hace necesario y urgente desarrollar un estudio que permita conocer hoy la situación comunitaria de los peces dulceacuícolas de la Región de Valparaíso"…vemos que los resultados obtenidos en septiembre de 2015, si reflejan un efecto considerable por efecto de la sequía, primero por la existencias de esteros y ríos sin agua (Figura 5).



Figura 5. Condición de sequía en estero Casablanca y río Petorca.

Segundo y que es efecto directo al encontrar sistemas sin agua, es la disminución de la riqueza de especies. Si, en los antecedentes Zunino et al. (2009) y Quiroz (2009) registraron un total de 25 especies, los resultados de esta investigación y después de transcurridos seis años, permitió registrar sólo el 64% (16 especies) del total histórico.

Comparando los últimos antecedentes del año 2009, vemos que nueve especies no se registraron en el presente estudio, de las cuales cinco son nativas (*Mordacia lapicida, Nematogenys inermis, Diplomystes chilensis, Basilichthys australis* y *Odontesthes mauleanum*) y cuatro introducidas (*Acipenser transmontanus, Carassius carassius, Tinca tinca* y *Odontesthes bonariensis*).

La existencia de esteros y ríos sin agua, provoco una disminución de las distribuciones espaciales de las poblaciones de especies icticas, es así que especies nativas como *Basilichthys microlepidotus* hallan disminuidos su rango de distribución en un 50%, debido y producto de la sequía los cuerpos de aguas (ríos Petorca, Ligua, estero Catapilco y Casablanca) que habitualmente se registraba, hoy se encuentran sin agua. Situación que también afectó a las poblaciones de *Trichomycterus areolatus* con un 42% y *Cheirodon pisciculus* con 40% de perdida en sus distribuciones.

Otra tendencia provocada por la sequía es que las comunidades de especies introducidas por sus cualidades de tolerancia, se presentaron mucho más dinámicas y estables en abundancias que las especies nativas, cuyas tendencias producto de las características hídricas: poca profundidad, temperaturas altas y discontinuidad del lecho con agua, fueron más disgregadas espacialmente y pobre en sus abundancias.

Lo anterior se explica con las similitudes obtenidas donde especies como *Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia holbrooki* fueron las más representativas, posiblemente dada su características reproductivas donde el incremento poblacional es más rápido por ser especies vivíparas.

Finalmente, los resultados obtenido muestran que el fenómeno de sequía, si ha provocado un cambio en la composición de la riqueza de las especies de peces dulceacuícolas, especialmente en la pérdida de distribución espacial que especie nativas presentaban previo al fenómeno.

AGRADECIMIENTOS

Al Museo de Historia Natural de Valparaíso y al Centro de Investigación Diego Barros Arana perteneciente a la DIBAM por el financiamiento otorgado a través del proyecto FAIP-N-76-inv año 2015.

BIBLIOGRAFÍA

Arratia, G., G. Rojas & A. Chang. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Publicación Ocasional Nº 34: 108.

Arratia, G., S. Menu-Marque. 1981. Revision of the freswater catfishes of the genus Hatcheria (Siluriformes, Trichomycteridae) with commentaries on ecology and biogeography. Zool. Anz., Jena, 207 (1-2):8-11.

Baeza, M. 1998. Ictiología del Estero Limache. Tesis para optar al título de profesor de estado en Biología y Ciencias, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, pp 98.

Barria, D y D. Bore. 1978. Calidad del agua del Estero Limache como afluente del futuro embalse los aromos. Tesis para obtener título de Ingeniero en Pesca. Universidad Católica de Valparaíso.

Campos, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. Noticiario mensual del Museo nacional de Historia Natural, Chile 14 (162):6-9.

Campos, H. 1973. Lista de peces de aguas continentales de Chile. Noticiero Mensual del Museo Nacional Historia Natural, Santiago de Chile 17(198-199).

Campos, H., G. Dazarola, B., et al. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín de Museo Nacional de Historia Natural, Santiago de Chile 47:101-122.

Campos, H. 1984. Macrozoobentos y fauna ictica de las aguas limnéticas de Chiloé y Aysén continentales (Chile). Medio Ambiente 7(1): 52-64.

Consultora Kristal-Homsi & Asociados Ltda. 1996. Estudio de Impacto Ambiental de las descargas de aguas servidas industriales, residenciales y otras en la cuenca del río Aconcagua, Chile. 246 Pp.

Contreras, M., I. Vila & L. Fuentes. 1996. Distribución y abundancia de la fauna íctica en el río Bio Bio.Libro resumen VIII Congreso Iberoamericano de Biodiversidad y Zoología de Vertebrados Pp. 61-62.

Dazarola G. 1972. Contribution a l etude de la faune ichtyologique de la region Valparaíso Aconcagua (Chili). Annales de Limnologie 8 (1): 87-100.

Eigenmann, C. 1927. The freshwater fishes of Chile. Memories of National Academy of Sciences 22: 1-63.

Glade, A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile. 68 pp.

Gay, C. 1848.Peces. Historia Física y Política de Chile. Zoología 2:372. Imprenta Maulde y Renace, Paris.

Habit, E. 1994. Contribución al conocimiento de la fauna íctica del río Itata. Boletín Sociedad de Biología, Concepción 65:143-147.

Jaksic, F. 1996. Ecología de los Vertebrados de Chile. Ediciones Pontificia Universidad católica de Chile.

Pequeño, G. 1989. Peces de Chile, Lista sistemática y comentada. Revista Biología Marina, Valparaíso, Chile. 24 (2): 1-132. Pequeño, G. 1995. Peces. En Simonetti, J. Edición. Diversidad Biológica de Chile. COICYT Pp. 302-313.

Molina, I. 1788. Compendio de la historia geográfica, natural del reyno de Chile. I ParTE. Antonio de Sancha, Edición Madrid, 1:368 pp.

Quiroz S. 1999. Ecología de comunidades de peces del Estero de Viña del Mar. Tesis para optar al título de profesor en Biología y Ciencias Universidad de Playa Ancha, pp 98.

Quiroz S. & D. Moreno. 2009. Guía de Campo de Peces Dulceacuícolas de la Región de Valparaíso. Ed. Fondo de Protección Ambiental CONAMA, Valparaíso, Chile pp 94.

Ruiz, V. & T. Berra. 1994.Fish of the high Biobio river of South-Central Chile with notes on diet and especulations on the origin of the ichthyofauna. Ichthyol. Explor. Freshwaters 5 (1):5-18.

Ruiz, V. 1996. Ictiofauna del rio Laja (VIII Región, Chile): Una evaluación preliminar. Bol. Soc.Biol. Concepción 67:15-21.

Zunino, S., J. Arancibia, D. zunino & J. Valencia. 2009. Estudio Biótico de la Sub-cuenca del Estero Puangue y Proposiciones para el desarrollo sustentable para la localidad de Colliguay. Informe final proyecto FPA 05-011-07 CONAMA pp 88.

ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO | Volumen 30, 2017. Páginas 108-112
Anales del Museo de Historia
Natural de Valparaíso

LA COBERTURA VEGETAL COMO EVALUADOR DEL ÉXITO DE UN PROCESO DE RESTAURACIÓN RIBEREÑA A TRAVÉS DE BIORROLLOS VEGETADOS.

Sergio Quiroz J[1]., Diego Antón A.[1], Victor Muñoz M.[1], Daniel Gutiérrez D.[1], Maximiliano Tortello B.[1], Josefa Concha R.[1], Ella Farías D.[1], Juan Fernández M.[1], Juan Carlos Orellana Y.[1], Francisco Yevenes G.[1], Katherine Peña L[1]. & Romina Gonzalez T[1].

Resumen: Los proyectos de restauración ambiental tienen por objetivo la restauración de la integridad ecológica del medio. Para evaluar la eficacia de un proyecto de restauración de una ribera mediante biorrollos vegetados, se utilizó la cobertura vegetal de diez parcelas de estudio (cinco restauradas y cinco control), evaluando mensualmente durante un periodo de dos años la cobertura vegetal.

Palabras claves: Restauración ambiental, biorrollos, cobertura vegetal, Chile.

Abstract: Environmental restoration projects are aimed at the restoration of the ecological integrity of the east. To evaluate the effectiveness of a restoration project of a riverside through coir logs vegetated, used the cover of 10 study plots (five restored and five control), evaluating monthly for a period of two years, the vegetation cover.

Keywords: Environmental restoration, coir logs, vegetation cover, Chile

Antecedentes

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER) define esta actividad como el proceso encaminado a la recuperación de la integridad ecológica del medio, sobre la base de la variabilidad propia de estas zonas, en término de biodiversidad y procesos y funciones ecológicas, en un contexto regional histórico, en el que se tengan en cuenta también los usos tradicionales (SER, 2017).

La restauración es, por tanto, un proceso complejo que debe iniciarse con el reconocimiento de los factores de alteración naturales o de origen humano, responsables de la degradación de la estructura y funciones del ecosistema ribereños, o del deterioro en su capacidad de recuperación , por ello, requiere un buen conocimiento y comprensión de dichas funciones, y de los procesos físicos, químicos y biológicos. De esta forma, la restauración incluye un amplio conjunto de medidas diseñadas para permitir la recuperación natural del equilibrio dinámico y las funciones de los ecosistemas ribereños.

La restauración puede comprender, a la vista de lo anterior, tres niveles de intervención (Magdaleno, 2008). Por una parte, la no intervención, en aquellas ocasiones en que la simple eliminación de las causa de degradación es suficiente para conseguir una rápida recuperación de las condiciones originales del medio ribereño.

1 Estudios y Restauración Ambiental Sustentable, contacto@erasustentable.cl

La segunda posibilidad es la intervención parcial, como asistencia a la recuperación de las funciones y estructura del ecosistema. Este enfoque es especialmente oportuno en aquellos casos en que el corredor ribereño muestre signos de recuperación, pero que lo haga de forma tan lenta o incierta que se requiere un grado de intervención para mejorar o acelerar el proceso.

La última opción es el manejo completo del sistema, en los casos en los que la capacidad de auto-recuperación del ecosistema no es suficiente para alcanzar la estructura y dinámica naturales.

En Chile las experiencias de restauración, han estado enmarcadas en viverizaciones y plantaciones de especies nativas terrestres del tipo Nothofagus para el sur, y del tipo esclerófila en la zona central de nuestro país (Smith-Ramírez, et al., 2015), lo anterior, bajo el trabajo de reforestaciones experimentales, en ambientes degradados por pastoreo, erosión y de desforestación.

Al respecto no se registran experiencias de restauración de ecosistemas ribereños, y siguiendo los objetivos de la Red Chilena de Restauración Ecológica (www.restauremoschile.cl), de promocionar la investigación y puesta en práctica la restauración, es que hemos desarrollado una de las primeras experiencias a nivel nacional de restauración ribereña utilizando biorrollos vegetados, en el humedal Campiche, ubicado en la región de Valparaíso.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El humedal Campiche (UTM Datum WGS 84 huso 19H 267578 E; 6371951 N), se ubica a un costado de la ruta F-30-E, perteneciente a la planicie litoral, cercano al polo industrial de Puchuncavi-Quintero, en la región de Valparaíso (Figura 1). Corresponde a un cuerpo de agua somero con una gran variación de nivel de las aguas a lo largo del año.

El humedal reúne una gran diversidad de fauna y flora, Sin embargo su ribera poniente carece de la vegetación típica del ecosistema ribereño, dejando expuesto el suelo, con potencial signos de erosión.

Técnica de Restauración ribereña

A partir del año 2014, se implementa un programa de restauración a través del uso de biorrollos vegetados con la especie Typha angustifolia. Un biorrollo vegetado, corresponde a una estructura cilíndrica compuesta por una bolsa de malla arpillera, compactada y rellena con fibras orgánicas (Figura 2), a la cual se le ha dispuesto propágulos de Typha angustifolia. Su uso particular es proporcionar un soporte de suelo para el crecimiento radicular y foliar de especies vegetales, que requieren de un mejor sustrato, situación inexistente en ribera poniente del humedal.



Figura 1. Humedal Campiche, en recuadro se indica ribera poniente en la cual se realizó restauración.



Figura 2. Biorrollos vegetados con *Typha angustifolia*, montaje en unas de las parcelas restauradas, año 2015.

Se implemento un total de 500 biorrollos vegetados con 1.000 unidades de propágulos, en aproximadamente 200 metros lineales, en toda la ribera poniente del humedal. Durante dos años (2015 y 2016), se realizó evaluación del sistema de biorrollos y de la cobertura vegetal.

Estudio de la cobertura vegetal

La caracterización de la cobertura vegetal en cada una de la parcelas se realizó midiendo el porcentaje de suelo cubierto por vegetación. Este porcentaje se mide con una malla de 1 m2 (1m x 1m), con cuadros de 0,10m x 0,10m. Se consideró como suelo cubierto a aquel que engloba la vegetación y restos de vegetación (Renard,1997).

Los restos de vegetación fueron considerados, ya que tienen un efecto protector neto del suelo a pesar de que no tienen anclaje de raíz al suelo (Lianes, 2008). Se determinaron diez parcelas de estudio, divididas en cinco parcelas de restauración (PR, parcelas con biorrollos revegetados) y parcelas de control (PC, parcelas de la ribera sin biorrollos).

En cada parcela, restaurada y control, se instalaron 1.000 plantas de Typha angustifolia. Todas las parcelas fueron visitadas mensualmente durante un periodo de dos años (2015-2016) con el objetivo de determinar el porcentaje de suelo cubierto por vegetación.

RESULTADOS

El resultado de la medición de la cobertura vegetal en las parcelas de restauración muestra que tras la plantación de los individuos, en el mes inicial de monitoreo, enero 2015, los individuos trasplantados en los biorrollos ocuparon un porcentaje de cobertura del suelo entre 20-40%, comenzado un aumento en la cobertura vegetal hasta alcanzar el 100% de cobertura vegetal en el total de las parcelas en el monitoreo de octubre 2015. Estos valores de cobertura se mantuvieron en el tiempo durante el año 2016 (figura 3).



Figura 3. Cobertura vegetal en parcelas restauradas con biorrollos vegetados con *Typha angustifolia*. (A y B) Parcela 1, año 2015 y 2016 respectivamente. (C y D) Parcela 5, año 2015 y 2016 respectivamente.

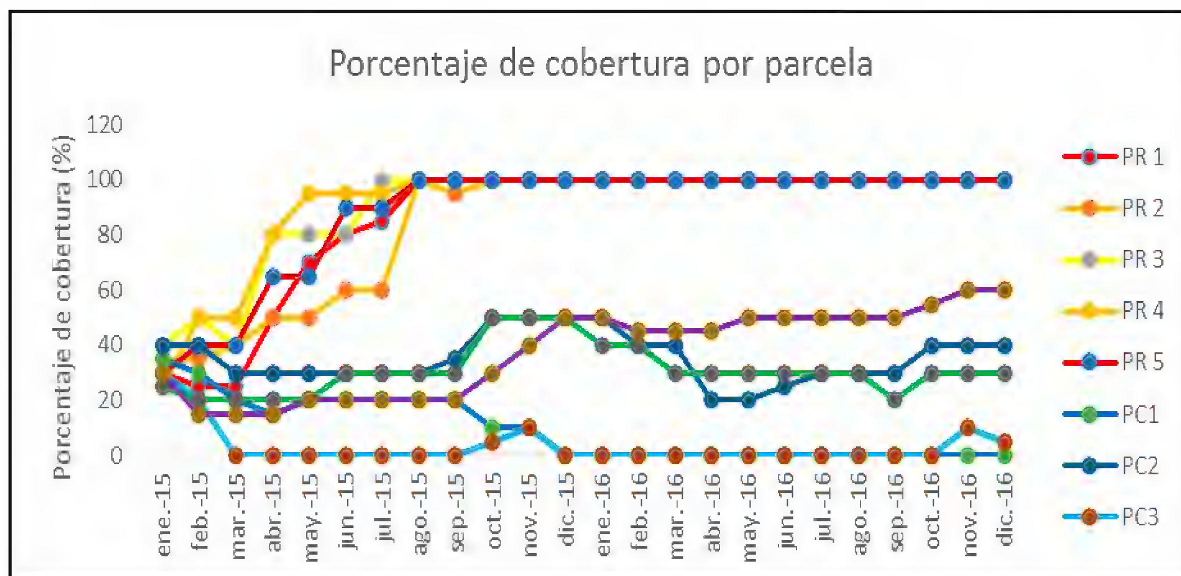


Figura 4. Gráfica de porcentaje de cobertura vegetal, registrados en parcelas restauradas con biorrollos vegetados con *Typha angustifolia* (PR) y parcelas sin biorrollos (PC).

Las parcelas de control registraron una cobertura entre 0 y 5% sin la aparición de una cobertura vegetal continua a lo largo del tiempo, sino que aparecieron especies ruderales, principalmente en los meses de primavera. En las parcelas de restauración, la cobertura fue generada por el desarrollo de la parte aérea de los propágulos plantados de *Typha angustifolia*, además de la generación de nuevos individuos de esta especie por reproducción de los individuos plantados.

DISCUSIÓN

Los trabajos iniciales de la restauración tuvieron como objetivo la búsqueda de las causas de la ausencia de plantas en el área de restauración. Comparando las condiciones de la vegetación natural (presencia de agua, radiación solar o el impacto de la fauna) se identificó al suelo como el factor limitante en el desarrollo de las macrófitas.Identificando al suelo como el principal factor limitante del establecimiento de plantas en el área a restaurar, además de prestar atención a factores secundarios como la presencia de herbívoros (*Myocastor coypus* o herbívoros domésticos) se definió la estrategia de restauración.

Estudios como Valladares, 2011 muestran que las coberturas vegetales en zonas de restauración en los que se ha aportado tierra vegetal son superiores que en zonas control sin tierra vegetal. Mientras que las parcelas no tratadas tardaron tres años en alcanzar valores medios de cobertura vegetal equivalentes a los que seregistraron el primer año en las parcelas con tierra vegetal.

La comparación en terreno corroboró los resultados esperados, generando una cobertura vegetal en el sitio ocupado por biorrollos del 100%, mientras que el suelo sin acción restauradora nunca llegó a alcanzar esos valores de cobertura.

CONCLUSIONES

Por primera vez en Chile se implementa experiencia en restauración ribereña, utilizando biorrollos vegetados, presentando un exitoso aumento de las coberturas de *Typha angustifolia*, macrófita que alcanzó transcurridos dos años un porcentaje del 100%.

Las características propias del biorrollo vegetado, de ser una estructura cilíndrica compuesta por una bolsa de malla arpillera, compactada y rellena con fibras orgánicas, además de servir de soporte de suelo para el crecimiento radicular y foliar de especies vegetales, ha contribuido de manera positiva al establecimiento de las plántulas de *Typha angustifolia*, permitiendo vigor y un desarrollo sanitario para una planta sana.

Los biorrollos vegetados, contribuyeron efectivamente para la restauración de una ribera desprovista de vegetación, convirtiéndola en un corredor vegetacional estable y autosostenible.

AGRADECIMIENTOS

Damos el agradecimiento al equipo de profesionales y técnicos de Estudios y Restauración Ambiental Sustentable, y de Codelco que participan en el proyecto de restauración del Humedal Campiche.

BIBLIOGRAFÍA

Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., et al. 2011. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. Bases científicas para soluciones técnicas. Madrid: Fundación Biodiversidad.

Magdaleno F. 2008. Manual de Técnicas de Restauración. España: Cedex.

Lianes, E. 2008. Estudio del Factor de Vegetación "C" de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Revisada "RUSLE" en la Cuenca del Río Birris (Costa Rica). Universidad Politécnica de Madrid. Extraído de: http://oa.upm.es/1267/1/PFC_ELENA_LIANES_REVILLA.pdf Revisado: 30 de Noviembre 2017.

Renard, K., Foster, G., Weesies, G., et al. 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Soild Loss Equation (RUSLE). Agricultural Handbook 703. US Government Printing Office. Washington DC. 384 pp.

Society For Ecological Restoration. 2017. Principios SER sobre Restauración Ecologica. 2017.

Smith-Ramirez, Cecilia; Gonzalez, M., Echeverria, C. y Lara, A. 2015. Estado actual de la restauración ecológica en Chile, perspectivas y desafíos: Current state of ecological restoration in Chile: Perspectives and challenges. Anales Instituto Patagonia 43 (1): 11-21.

REVISTA ANALES DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO
NORMAS DE PUBLICACIÓN – INSTRUCCIÓN PARA LOS AUTORES

I. INFORMACIÓN GENERAL

a. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, ISSN 0716-0178, fundada y publicada el año 1968 por el Museo de Historia Natural de Valparaíso y la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, es una publicación de carácter anual destinada a publicar trabajos originales e inéditos referidos a temas relacionados con el área de las ciencias naturales, arqueología y antropología principalmente de la Región de Valparaíso y la Zona Central de Chile, dirigida a especialistas y público en general.

b. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso se encuentra indexada en el Directorio de LATINDEX (Sistema regional de información en línea para revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal), Pascal, Periodica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) y Zoological Record.

c. Se reciben contribuciones producto de investigaciones originales que sean un aporte en su campo disciplinario, presentadas por investigadores nacionales o extranjeros, redactadas en castellano o inglés, pudiendo presentar la información en los siguientes formatos de texto: artículos científicos originales, artículos de revisión, reseñas históricas, notas científicas breves, recensiones bibliográficas y artículos de opinión, todos de carácter inédito, es decir que no hayan sido publicados en otra revista o medio de comunicación.

d. Todas las contribuciones presentadas se deben acoger de manera estricta a las normas de publicación definidas por el Comité Editorial de Revista Anales; el no cumplimiento de las mismas es razón suficiente para su rechazo.

e. La recepción de los trabajos, comienza el primer día hábil de marzo y tiene como fecha de cierre el último día hábil del mes de Agosto de cada año. Posterior al mes de Agosto no se recibirán trabajos, ya que el comité editorial se encuentra en proceso de diseño y revisión final para su publicación. Los artículos recibidos serán sometidos a una primera revisión por el Comité Editorial, el que determinará su aceptación o rechazo. Aquellas contribuciones que pasen esta primera instancia serán sometidas al juicio crítico de especialistas externos vinculados a la temática del escrito; la opinión de estos expertos será definitiva para la aceptación, modificación o devolución de los trabajos. La aceptación final de un trabajo para su publicación estará condicionada a que se hayan realizado las modificaciones de estilo, forma y contenido que el Editor haya comunicado. Los autores son responsables del contenido y el correcto uso de las referencias que se citen.

f. El envío de los manuscritos es por correo electrónico con el objeto de hacer más expedito el proceso de revisión. El texto original se debe enviar como documento Word, acoplándose al formato de las normas de publicación, junto con una carta dirigida al Editor en Jefe de la Revista Anales Sr. Sergio Quiroz Sergio.quiroz@museosdibam.cl, la cual debe indicar en su contenido la fecha en que se envía el manuscrito para la revisión y evaluación del Comité, el titulo del manuscrito, el nombre de los o el autor e información de contacto (teléfono y correo electrónico) para devolver la respuesta de aprobación del texto. A él o los autores se le mantendrá informado vía mail sobre el avance de los procesos de publicación de la revista; cuando el volumen ya este impreso se le hará llegar dos ejemplares impresos de cortesía y el artículo en formato PDF para su uso personal a cada autor que participe de la publicación.

II.- CÓDIGO ÉTICO

a. Mientras un manuscrito se encuentre en proceso de revisión para su aceptación, no debe ser enviado para su publicación a otras revistas. Tampoco puede ser distribuido en bibliotecas o similares sin el permiso explícito, y por escrito, del Editor.

b. Los editores considerarán la publicación de un trabajo de acuerdo a los méritos, estructuración adecuada y cumplimiento de las normas de publicación y se reservan el derecho de rechazar aquellos trabajos que, a su juicio, no se ajusten a la política editorial o al nivel de la revista. La aceptación, rechazo o sugerencias y observaciones serán puestas en conocimiento de los autores.

c. Los manuscritos recibidos se procesarán con la mayor diligencia y no se revelará ninguna información sobre un manuscrito en proceso de revisión o publica-

ción, a ninguna persona fuera del Comité de Expertos o del Asesor al que se le solicite consejo profesional.

d. El Comité Asesor de Expertos deberá asentar sus juicios por escrito, de manera que los editores y los autores conozcan los argumentos de sus comentarios. No se aceptará la vinculación directa de los autores con algún experto de la Comisión, la existencia de conflictos de interés, ni la falta de nivel de expertisse del revisor con respecto al autor.

e. Las propuestas de los revisores se comunicarán a los autores, para su aceptación y modificación o discusión. Los autores tendrán un plazo máximo de 30 días para realizar los cambios sugeridos.

f. Los autores deberán adjuntar una carta autorizando al Museo la publicación del artículo y difusión del mismo a través de distintas plataformas utilizadas para este cometido, como también expresando su responsabilidad del contenido a publicar. El Museo no asume responsabilidad alguna por los dichos, comentarios u opiniones expresadas en el trabajo, los que son de completa responsabilidad del autor y de los coautores. El Museo pública esta revista con la finalidad de lograr un fomento a la investigación y divulgación científica, en ningún caso se gesta con fines de lucro.

III. ESPECIFICACIONES DE LA PUBLICACIÓN

Formato del manuscrito

General

Original escrito en archivo Word con formato carta, letra Arial, tamaño de letra 12pt, interlineado a 1,5 líneas y justificado a la izquierda, márgenes 2 cm por lado.

Secciones del manuscrito

a. Titulo: debe exponer el contenido real del trabajo, en forma concisa y si incluye algún nombre científico genérico o específico se deberá indicar el taxón inmediatamente superior. El Editor se reserva el derecho de editar el título previa consulta con los autores.

b. Autor (es): él o los autores deben colocar su nombre y dos apellidos seguidos de uno o más asteriscos, los que indicarán al pie de página en letra Arial 10pt la profesión, grado académico, pertenencia institucional y dirección (postal o electrónica).

c. Resumen y abstract: deben ser concisos e informativos, especificando el objetivo, la metodología, los principales hallazgos y las conclusiones en un máximo de 200 palabras.

d. Palabras claves y keywords: bajo el resumen y el abstract se propondrán entre dos a seis palabras claves que hagan referencia a los aspectos más destacados del artículo y no estén presentes en el título.

e. Texto: debe contar con introducción, materiales y método, resultados, discusión y conclusiones. No usar tabulaciones. Para la puntuación: dejar un espacio después de coma (,) y de punto y coma (;) - y dejar dos espacios después de punto (.). El contenido gráfico será denominado figura en el texto y su lugar tiene que estar claramente identificado en el cuerpo del artículo. Todo el contenido gráfico y la lista de leyendas respectiva deben entregarse en archivo separado, nunca inserta en el manuscrito.

f. Agradecimientos, deben ser breves y en lo posible debe evitarse el uso de grados académicos. Se sugiere poner el nombre de la persona a la que se agradece y el nombre completo de las instituciones (Corporación Nacional Forestal en lugar de CONAF), considerando un máximo de 30 palabras.

g. Bibliografía o literatura citada: debe estar relacionada con el texto mediante las citas y notas de pie de página. Se deben limitar en la utilización de pie de página, comprendiendo que son de utilidad aclaratoria o de complemento al texto.

h. Anexos (tablas, figuras, leyendas): se pueden incluir hasta 15 imágenes; las fotografías serán consideradas como figuras para su numeración.

i. Las notas científicas breves, reseñas históricas, recensiones bibliográficas y artículos de opinión, las cuales tienen menor extensión se deben construir con la misma estructura aquí presentada, considerando las siguiente extensión de acuerdo al tipo de manuscrito:

Tipo de manuscrito extensión máxima

Artículos científicos originales	30 pág.
Artículos de revisión	15 pág.
Notas científicas breves	10 pág.
Reseñas históricas	5 pág.
Recensiones bibliográficas	5 pág.
Artículos de opinión	5 pág.

Figuras

Las imágenes, gráficos, fotografías y tablas deben ser adjuntados en un archivo aparte, en formato TIF o JPG (JPEG)de buena resolución. Todas las figuras deben nu-

merarse e indicar su ubicación en el texto (“Fig. 1”.). Cada uno deberá tener un título breve y mencionarse en el cuerpo del artículo. El uso de figuras deberá limitarse al mínimo indispensable para comprender el texto.

Tablas

Realizar tablas en Word, una en cada página, si la tabla excede el tamaño de una página debe iniciar una nueva en otra página y continuar completando los datos. No realice tablas continuas en varias páginas, para evitar que se alteren datos al traspasar a diseño. Separe sus celdas con doble espacio (1,5 líneas). Encabezado columna corto o abreviado, que no exceda el tamaño de la columna. Separe con líneas horizontales solamente los encabezamientos de las columnas y los títulos generales. Las columnas de datos deben separarse por espacios y no por líneas verticales. No utilice formatos PDF ni Excel.

Fotografías

Entregar cada una en archivo separado en formato TIFF o JPG (JPEG) con alta resolución. Sólo si el tamaño real de las imágenes resulta excesivo, éstas pueden reducirse a escala; dada la pérdida de resolución, no deben incluirse imágenes que requieran aumento de tamaño. La resolución mínima aceptable es de 300 dpi. Si las fotografías se obtienen directamente de cámara digital, la indicación debe ser “alta resolución”. No se aceptan imágenes obtenidas en internet o escaneadas con resolución baja o entre 72 y 96 dpi.

Consideraciones

Los cuadros de datos tabulados que contengan exclusivamente texto deberán elaborarse con la aplicación “Tabla” de Word. Los esquemas y diagramas, gráficas de pastel, barras, etcétera, con herramientas Word.

Literatura citada

Las citas bibliográficas incluidas en el texto deberán consignar el apellido del autor y el año (Baeza, 2010), si son dos autores se mencionarán los apellidos separados por la palabra ”y”, una coma (,) y el año (Baeza y González, 2015); cuando sean más de dos autores se citará al primero seguido por una coma (,) y las palabras “et al.” y el año (Baeza, et al. 2015). Si hay varios trabajos de un mismo autor(es) en un mismo año, se citará con una letra en secuencia junto al año (Baeza, et al. 2015a, 2015b, 2015c), siempre colocando los paréntesis correspondientes en cada caso como se ejemplifica en este punto.

La literatura citada que no corresponda a publicaciones en libros o revistas deberá ser citada como notas al pie de página comprendiéndolas como una aclaración o complemento al texto. La fuente de las notas al pie de página es Arial 10 pt y debe consignar un número correlativo de acuerdo a su lugar en el texto.

La bibliografía incluirá solo las referencias citadas en el texto, ordenándolas alfabéticamente por apellido del primer autor, seguido del año de publicación y el título de la obra. Para las referencias de un mismo autor se seguirá el orden cronológico usando el siguiente formato:

Libros, tesis y otras monografías

Albert, F. 1900. Las dunas del centro de Chile. Santiago: Imprenta Cervantes, 228 p.

Artículos o capítulos de libros

Castro, C. 2012. Federico Albert y las dunas en Chile. En: Las dunas del centro de Chile (Albert, F). Santiago: Cámara Chilena de la Construcción, pp. 9-24.

Artículos de revistas

Vidal, A. 2010. Evaluación de la evidencia arqueobotánica durante el período formativo en el norte grande de Chile. Revista Werken (12): 61-76.

Stehberg, R. y Sotomayor, G. 2012. Mapocho Incaico. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (61): 85-159.

Recursos procedentes de Internet

Cita bibliográfica correspondiente. Disponible en < dirección internet> [Consulta: mes, año].

Deseamos Canje con publicaciones similares
Exchange with similar publications is desired
On prie de bien vouloir établir l´echange
Wit bitten um Austauch mit aehnlinche Fachzeitschriften



Chile mejor

dibam

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS, ARCHIVOS Y MUSEOS

EL PATRIMONIO DE CHILE



Subdirección Nacional de Museos



MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE VALPARAÍSO